Geologisch-petrographische Mittheilungen

über einige

Porphyre der Centralalpen

und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine.

I. Theil. Der Porphyr der Windgällen.

Mit einer Tafel.

Inaugural-Dissertation

der

Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Kaiser Wilhelms-Universität Strassburg i. Els.

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

C. Schmidt.

Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1886.

Geologisch-petrographische Mittheilungen

über einige

Porphyre der Centralalpen

und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine.

I. Theil. Der Porphyr der Windgällen.

Mit einer Tafel.

Inaugural-Dissertation

der

Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Kaiser Wilhelms-Universität Strassburg i. Els.

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

C. Schmidt.

Stuttgart.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).
1886.

Vita.

Ich, Carl Schmidt, Sohn des Apothekers V. Schmidt und der Frau Marie Schmidt, geb. Stokar, wurde am 23. Juni 1862 zu Brugg im Kanton Aargau, Schweiz, geboren. Bis zu meinem sechzehnten Altersjahre besuchte ich die Schulen meines Geburtsortes, trat dann in das kantonale Gymnasium in Aarau über, welche Anstalt ich im Frühjahr 1882 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Ich studirte das erste Semester auf der Universität Genf und begab mich dann auf die Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg. Meine Lehrer waren:

In Genf: Die Herren Professoren Grebe, Marc-Monnier, Müller, Vogt und Wartmann.

In Strassburg: Die Herren Professoren A. de Bary, Benecke, Bücking, Cohen, Döderlein, Fittig, Gerland, Groth, Kundt, Rose, Roth, O. Schmidt, Steinmann, Zacharias.

Allen meinen hochverehrten Lehrern, vor Allem den Herren Prof. Bücking und Cohen, unter deren Leitung ich die vorliegende Arbeit ausgeführt habe, sowie Herrn Prof. A. Heim in Zürich, spreche ich an dieser Stelle einen wärmsten Dank aus für alle Belehrung und Anregung, die sie mir haben zu Theil werden lassen.

Geologisch-petrographische Mittheilungen über einige Porphyre der Centralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine.

Von

C. Schmidt in Strassburg i. Els.

Mit Taf. XXIII.

Einleitung.

Der den Centralalpen eigenthümliche Aufbau wird bedingt durch den Gegensatz, welchen die krystallinischen Centralmassive mit den sie umhüllenden oder zwischen ihnen eingeklemmten Sedimentgesteinen bilden.

Jeder Versuch, die Entstehung des centralalpinen Gebirgssystems zu erklären, wird in erster Linie damit beginnen müssen, dass man die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse dieser beiden das ganze Alpensystem aufbauenden Elemente zu deuten sucht. Eingehende Untersuchungen gerade in dieser Hinsicht haben nun darauf geführt, für die Entstehung der Centralalpen eine Ursache anzunehmen, welche von Aussen wirkend, sämmtliche Gebirgsglieder — seien dieselben plutonisch oder sedimentär — längst fertig gebildet, als ein einheitliches Ganzes gehoben hat. — Die Bildung der krystallinischen Gesteine gehört einer sehr frühen geologischen Epoche an, die Entstehung des heutigen alpinen Gebirgssystems fand in einer relativ jungen Zeit statt.

So lange man die gebirgsbildende Kraft innerhalb der Alpen selbst suchte, d. h. die krystallinischen Gesteine der Centralmassive als Eruptivgesteine ansah, welche empor-

dringend die Sedimente gehoben hätten, war es natürlich von grösster Bedeutung diese Anschauungsweise auch dadurch stützen zu können, dass man mit derselben die petrographische Natur der betreffenden Gesteine in Einklang zu bringen suchte. Die Frage nach der Natur der alpinen, krystallinischen Gesteine verlor aber ihre Bedeutung für das Verständniss der Entstehungsweise der Alpen, seit man sie als passive Gebirgsglieder erkannte; es ist also das petrographische Studium dieser Gesteine ein besonderer, gewissermassen selbstständiger Zweig der geologischen Erforschung der Centralalpen geworden.

Will man aus der heutigen Lagerung der Gesteine, welche Eruptivgesteine, krystallinische Schiefer, metamorphische Sedimente sein können, einen Anhaltspunkt für die Erklärung ihrer Entstehung gewinnen, so muss man sich das Alpensystem in den status quo der Zeit ihrer Bildung zurückversetzt denken. Es ist dazu in erster Linie eine Altersbestimmung der fraglichen Gesteine nothwendig und dann eine vollständige Kenntniss aller der Vorgänge, welche seit dieser Zeit die Lagerungsverhältnisse der alpinen Gebirgsglieder gestört haben: man wird sich gefaltete Schichtencomplexe ausgeglättet und die Glieder verworfener wieder auf gleiche Höhe gebracht denken müssen.

Da nun aber einerseits die Altersbestimmung dieser Gesteine nur in wenigen Fällen möglich ist und anderseits die erforderliche ideelle Wiederherstellung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse nie mehr als den Werth einer nicht sehr sichern Hypothese wird beanspruchen können, so zwingt uns diese Art und Weise, in der allein die Resultate der geognostischen Untersuchung des alpinen Gebirges verwerthet werden können, bei einem Versuche, die Genesis eines bestimmten Gesteines zu erklären, das Hauptgewicht auf die petrographischen Charaktere desselben zu legen.

In Gebieten, wo wir bei weitem nicht die Mannigfaltigkeit der Bildungen und des geologischen Baues finden, wie in den Centralalpen, wird man bei der Entscheidung, ob ein Gestein eruptiv sei oder nicht, in den meisten Fällen sich nicht allein auf die petrographische Beschaffenheit desselben stützen dürfen, ohne das geologische Auftreten mit zu berücksichtigen.

In den Centralalpen wird es noch um so schwieriger sein, mit Hülfe der petrographischen Untersuchung, auf die wir fast allein angewiesen sind, ein festes Urtheil über die Natur der in Frage stehenden Gesteine zu gewinnen, als dieselben gerade in Folge der örtlichen Dislocationen auch in ihrer petrographischen Beschaffenheit modificirt worden sind und in den seltensten Fällen in der Gestalt vorliegen, welche sie ursprünglich bei ihrer Bildung besassen.

Wir sehen, der Weg, welcher allein zu einer erschöpfenden Kenntniss der centralalpinen Eruptivgesteine führt, ist ein weiter und viel geschlungener; es wird auch in vielen Fällen unmöglich sein, ein feststehendes Urtheil sich herauszubilden.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Resultate niedergelegt werden, welche bei einem Versuche, einen Porphyr der Centralalpen genauer geologisch und petrographisch zu studiren, zwei andere damit zu vergleichen, bis jetzt erlangt wurden. Mit der Untersuchung des Porphyrs ist natürlich jedesmal eine Discussion der geologischen Verhältnisse der betreffenden Gegend verbunden, und auch andere daselbst auftretende Gesteine sollen jeweilen kurz petrographisch beschrieben werden. Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete der Porphyr der Windgälle im Kanton Uri; von hier stehen mir auch am meisten geologische Daten zur Verfügung. Zu vergleichenden Studien an den Porphyren im Centralmassiv der Aiguilles rouges wurde ich durch mündliche Mittheilungen von Herrn A. Heim angeregt.

Schliesslich werde ich die Resultate einer Excursion im Bapina-Heuthal (Graubünden) hier noch verwerthen.

I. Theil.

Der Porphyr der Windgällen.

Nach den eingehenden und in vielen Punkten abgeschlossenen Untersuchungen von A. Heim, wie wir sie in seinem bekannten Werke: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällengruppe“ niedergelegt finden, musste bei einer neuen Bearbeitung des Gebietes der Windgällen die Aufmerksamkeit von vorneherein gerade auf die

Fragen gelenkt werden, welche dieser Forscher noch nicht mit aller Bestimmtheit gelöst hatte. Es galt also vor Allem eine petrographische Charakteristik des in so abnormen Lagerungsverhältnissen an der Windgälle auftretenden Porphyrs zu geben, sowie die kartographische Vertheilung der einzelnen Varietäten desselben und die Abgrenzung des Ganzen festzustellen. Eine wiederholte Aufnahme des ganzen Gebietes mit Zugrundelegung der neuen topographischen Karte 1 : 50 000, sowie eine geologische Detailuntersuchung und petrographische Beschreibung der krystallinischen Gesteine des Maderanerthales, deren Beziehung zum Porphyr allerdings schon jetzt besprochen werden wird, müssen die ersten Aufgaben bei der Ausarbeitung einer vollständigen geologischen Monographie des das Maderanerthal begrenzenden Gebirges sein.

Da zum Verständniss der petrographischen Eigenthümlichkeiten des Porphyrs eine eingehende Berücksichtigung seines geognostischen Auftretens unerlässlich ist, so erscheint es zweckmässig, eine Besprechung des geologischen Systems der ganzen Windgällenkette vorauszuschicken, wobei ich mich im Ganzen an die betreffenden Angaben Heim's anschliessen kann und nur wenige neue Beobachtungen hinzuzufügen habe.

1. Sedimentgesteine der Windgälle.

Die Basis der Schichtgesteine bilden in den Centralalpen allgemein Verrucano und Röthidolomit, welche Baltzer[1] zusammenfassend „Zwischenbildungen" nennt[2]. Es kann diese Art der Bezeichnung in Beziehung auf die Verhältnisse, wie sie im ganzen Gebiet des Nordrandes der Finsteraarhornmasse sich darstellen, eine sehr glückliche genannt werden; sie wird sich bei exacter Verwerthung der daselbst gewonnenen Resultate vielleicht durch das ganze Gebiet der Centralalpen in Anwendung bringen lassen. Beide Horizonte dieser Zwischenbildungen sind nach ihrem geologischen Alter nicht näher zu bestimmen, sie sind zwischen Mittelcarbon und Lias eingela-

[1] Baltzer, Der mechan. Contact von Gneiss und Kalk im Berneroberland. (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. XX. Lief.)

[2] Studer zählt den ganzen braunen Jura ebenfalls noch zu den Zwischenbildungen. (Geol. d. Schweiz. Bd. II. p. 46.)

gert. Die als Verrucano bezeichneten Gebilde sind in vielen Fällen weder nach ihrer petrographischen Natur noch nach ihrem geognostischen Auftreten genau zu umgrenzen. Während Heim in der That auf eine scharfe Umgrenzung dessen, was er Verrucano nennt, verzichtet, versuchen Rothpletz[1] und Baltzer den Verrucano als ein klastisches Sedimentgestein zu definiren, das immer (bei normaler Lagerung) concordant unter Röthidolomit liegt, also im Allgemeinen discordant den centralmassivisch gestellten krystallinischen Schiefern auflagert. Es kann in Folge mechanischer und chemischer Veränderungen der Gesteine die Grenze zwischen Verrucano und krystallinischen Schiefern verwischt sein, aber Übergänge zwischen beiden finden nicht statt. Halten wir an dieser Definition von Verrucano fest, so können wir denselben in unserem Gebiet nur an einer einzigen Stelle, nämlich auf Ober Hüfi, in deutlicher Entwicklung nachweisen (siehe Profil V). Er bildet daselbst eine schön gewundene 5 m. mächtige Schicht. Das Gestein ist ein mit Salzsäure brausender Sandstein und besteht hauptsächlich aus Quarzkörnern, die, in allen Grössen neben einander liegend, im Dünnschliff meist als einheitliche Individuen erscheinen und immer durchaus unregelmässige Begrenzung zeigen. Das Cement, theils kalkig, theils quarzitisch, ist durch Häute von Eisenoxydhydrat braun gefärbt und enthält kleine Schüppchen eines muscovitartigen Minerals ausgeschieden[2].

Der Röthidolomit bildet einen geognostisch und petrographisch scharf begrenzten und in Folge seines orographischen Auftretens leicht kenntlichen Horizont. Während er westlich und östlich unseres Gebietes, vom Scheidnössli bis gegen Evithal einerseits, am Piz Cambriales anderseits, in typischer Entwicklung auftritt (vgl. Heim, Atlas. Taf. I), finden sich an der Windgälle selbst ebenfalls blos auf Ober Hüfi Spuren desselben in einer kaum 1 m. mächtigen Schicht (Profil V)[3]. —

[1] Rothpletz, Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. (Abhandl. der schweiz. pal. Ges. Vol. VI. 1879.)

[2] Als vollkommen identisch mit dem vorliegenden Gestein erwies sich nach der mikroskopischen Untersuchung ein vom Foostock (Kt. Glarus) stammender Verrucano.

[3] Auf der Karte, sowie auf den Profilen ist Röthidolomit nicht durch eine besondere Farbe ausgeschieden.

Herr A. Heim theilt mir mit, dass er auch beim Rothhorn eine circa 1 m. mächtige Bank von Röthidolomit aus dem Schnee hervorragend gefunden habe.

Schichten, welche dem Lias zugezählt werden könnten, fehlen unserem Gebiete; auch die in den östlichen Centralalpen lithologisch so gut charakterisirten Schiefer, welche dem Horizonte des *Harpoceras opalinum* angehören, sind nur an der nordwestlichen und östlichen Grenze der Windgällengruppe nachzuweisen. Auf Ober Hüfi (Profil V. j 1) erreichen sie eine Mächtigkeit von etwa 25 m.; ferner finden sie sich nach Heim an der Schwärze (Profil III) „dünnschiefrig, gequetscht" unter dem schiefrigen Porphyr. Erst im Hintergrund des Evithales erscheinen diese Schiefer wieder, die Basis der Sedimente bildend. Sie sind hier reich an den für diesen Horizont charakteristischen Kieselknollen. An der Haldeneck[1] treten sie an der nach Süden gerichteten Umbiegungsstelle (Muldenbiegung[2]) des Kalkkeiles, vollständig von Clivage durchsetzt, in grosser Mächtigkeit auf.

Zwei andere Stufen des braunen Jura, welche Heim als durchgehend für das Gebiet der östlichen Schweizeralpen bezeichnet, Eisensandstein (mit *Harp. Murchisonae*) und Echinodermenbreccie (mit *Stephan. Humphriesianum*) finden sich in typischer Entwicklung auf Ober Hüfi (Profil V). Die Echinodermenbreccie (j 3) erreicht dort eine Mächtigkeit von 15 m., während der Eisensandstein (j 2) mehr zurücktritt. Von hier aus lässt sich die Echinodermenbreccie gegen Westen weiter verfolgen; sie erscheint am jetzigen Ende des Hüfigletschers gegen den „Tritt" hinauf, am Ostende der „Schwärze" (Profil III und IV), ferner am Ende des Stäfelgletschers, und etwas schiefrig aber doch ächt über dem Eisenoolith der obern Grube. — Auf der ganzen Westseite der kleinen Windgälle (vom Rübiboden bis ins Evithal) bildet die Echinodermenbreccie das mächtigste Glied des braunen Jura. Im aufsteigenden Gewölbeschenkel scheint sie jedoch zu fehlen. Am obern Furggeli (Profil II) berühren saiger stehende Schichten, die nach ihrem petrographischen Habitus zum Eisensandstein

[1] Vgl. Baltzer, Mech. Contact. Atlas Taf. X. Fig. 2.

[2] Über die Bezeichnungsweise der Glieder von Falten vgl. Heim, Mech. Atlas Taf. XVI. Fig. II.

gehören, den Porphyr und sind am Contact von eckigen Porphyrstücken erfüllt, so dass man annehmen möchte, dass sich hier eine Reibungsbreccie gebildet habe.

Der ganze obere braune Jura findet sich vom Calanda bis westlich vom Berner Oberland concentrirt in einer meistens nur 1—3 m. mächtigen Schicht, die als Eisenoolith entwickelt ist. Dieser Horizont ist an der Windgälle sehr gut ausgebildet. Auf Ober Hüfi (Profil V j 4) erreicht er eine Mächtigkeit von beiläufig 6 m. Am oberen Furggeli (Profil II). am Furggeli oberhalb des Käserngrates[1] (Profil I) und im Felsenkamin zwischen Schwarzhorn und Rothhorn gliedert sich derselbe in mehrere Unterabtheilungen. Heim[2] gibt ein detaillirtes Profil des Doggers im Felsenkamin zwischen Schwarzhorn und Rothhorn, leider ist dasselbe jetzt grösstentheils verschüttet. Eine Reibungsbreccie am Contact gegen Porphyr wie im obern Furggeli fand ich hier nicht, wohl aber die schon von Heim erwähnten gerundeten Porphyrgerölle, eingebettet in Echinodermenbreccie und Eisenoolith.

In petrographischer Hinsicht ist dieser Eisenoolith sehr interessant; es mag hier die Beschreibung einiger Varietäten desselben folgen. Eine systematische Untersuchung der verschiedenen Abänderungen dieses Gesteins, verfolgt durch das ganze Gebiet der Centralalpen, würde einen werthvollen Beitrag liefern zur Kenntniss der durch mechanischen Einfluss an Sedimentgesteinen hervorgerufenen Umwandlungen.

Ein von Ober Hüfi stammendes Handstück dieses Oolithes besteht in seiner Hauptmasse aus einem dichten Kalk, welcher durch eingelagerte Schüppchen von Eisenoxyd (Hämatit) rothgefärbt ist. Die in die Länge gezogenen etwa 2 mm. langen Oolithkörner sammeln sich stellenweise an. Sie bestehen aus Magnetit und zeigen einen schaligen Aufbau. Zwischen den äusseren Schalen dieser Oolithkörner sammelt sich oft in dünnen Streifen ein hellgrün durchscheinendes Mineral an.

---

[1] Käserngrat möchte ich den aus Porphyr bestehenden von N. nach S. verlaufenden Felsgrat bezeichnen, welcher sich von dem zwischen den rothen Hörnern und der grossen Windgälle verlaufenden Kamme abzweigt.

[2] Vgl. Mechanismus. Bd. I. p. 63. Atlas Taf. IV. Prof. II b.

Die meist schiefrigen Eisenoolithe der obern Eisengruben sind von dunkler braun-schwarzer Farbe und enthalten in grosser Menge stark glänzende bis 1 mm. grosse Magnetitoktaëderchen. Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, besteht die Gesteinsmasse zum grössten Theile aus Magnetit, welcher in derben, netzförmig sich verbreitenden Partien auftritt. Weitere Gemengtheile derselben sind Körner von Kalkspath und Rotheisen. Die zahlreich vorhandenen, gleichmässig durch das ganze Gestein sich verbreitenden Oolithkörner bestehen zum Theil ebenfalls noch aus schalig sich anordnendem Magnetit. Oft aber gehen sie an den Rändern in ein grünes, schwach pleochroïtisches, Aggregatpolarisation zeigendes Mineral über, welches dann in den meisten Fällen weiter um sich greift und schliesslich die ganze Substanz der Körner bildet, so dass nur hie und da im Innern derselben noch einzelne Körner oder Schalen Magnetit übrig bleiben. Immer zeigen diese schalig aufgebauten, grünen Körner ein Interferenzkreuz zwischen gekreuzten Nicols. — Die überall im Handstück hervorglänzenden Magnetitkryställchen, deren Zahl im Dünnschliff sich noch vermehrt, sind wohl als jüngste Bildung aufzufassen. Sie entstehen hauptsächlich auf Kosten des derben Magnetites, wie er sich in der Gesteinsmasse findet, oder ebenso wie das grüne Mineral aus dem Magnetit der Oolithkörner. Diese Umkrystallisirung kann so weit gehen, dass schliesslich sämmtlicher Magnetit nur noch in Form scharf ausgebildeter Krystalle auftritt. Da dieser Fall gerade bei einer am meisten schiefrigen Varietät beobachtet wurde, so scheint die Vermuthung Heim's, dass mechanische Umformung des Gesteins und Umkrystallisation des Erzes in ursächlichem Zusammenhang stehen, nicht unbegründet zu sein[1].

Trotz langwieriger Versuche gelang es mir nicht, durch Trennung mit Hülfe der Thoulet'schen Lösung und des Magneten eine für eine Analyse genügende Portion des grünen, unbestimmten Minerals rein zu erhalten. Es erinnert dasselbe an das Eisenoxydulsilicat, welches ebenfalls mit oolithischer Structur sich in einem dem Oxford angehörigen Kalk-

[1] Vgl. Heim, Mechanismus Bd. I. p. 62. Bd. II. 98; sowie Baltzer, Der mechan. Contact etc. p. 48.

stein im Chamosonthale bei Ardon (Kt. Wallis) findet und von Berthier Chamosit genannt wurde[1],[2].

In dünnen Lagen zwischen den Schichten, sowie auf Klüften des Eisenoolithes der obern Eisengruben treten merkwürdige Neubildungen auf, welche bereits von A. Müller und P. Groth erwähnt werden[3]. Das Gestein, welches als compacte Einlagerung erscheint, besteht aus glasglänzenden 2—5 mm. langen Plagioklasleisten. Die Zwischenräume ausfüllend, oder als feiner Überzug über dieselben, tritt ein dunkelgrüner, feinschuppiger Chlorit (Rhipidolith) auf. Im Dünnschliff erweist sich der Plagioklas als recht frisch. Der Rhipidolith bildet kleine Schüppchen, welche zwischen den Feldspathleisten zu dichten Aggregaten sich ansammeln oder zerstreut in grosser Menge als Einschlüsse in demselben sich finden. Die einzelnen Schüppchen sind lebhaft pleochroïtisch: der parallel c schwingende Strahl ist strohgelb, die parallel a und b schwingenden Strahlen sind dunkelgrün.

Auf Klüften des Oolithes finden sich oft wohlausgebildete Krystalle von braungelbem Kalkspath (Ankerit), Eisenspath und Eisenglanz, Albitzwillinge und Quarzsäulen[4]. Die Ankerite zeigen auf ihrer angewitterten Oberfläche ein System parallel der Basis und den Rhomboëderkanten verlaufender Rillen. In Beziehung auf die paragenetischen Verhältnisse dieser Mineralien lässt sich angeben, dass auf einzelnen Drusen Quarz als ältestes, Kalkspath als das jüngste Mineral auftritt, indem

[1] Studer, Index der Petrographie. p. 49.

[2] Herr L. v. Werweke hatte die Freundlichkeit, mir Dünnschliffe eines Eisenoolithes zu zeigen, welcher in lothringischen Murchisonschichten eingelagert sich findet und dort Minette genannt wird. Die Oolithkörner dieser Gesteine bestehen, wie die der meisten ausseralpinen jurassischen Eisenoolithe, aus Eisenoxydhydrat. In einigen Varietäten tritt hier ebenfalls ein lichtgrün durchscheinendes Mineral auf, und zwar neben Calcit als Ausfüllungsmasse, wohl auch als Versteinerungsmittel mikroskopischer, organischer Reste, es schliesst sich meistens eng an die Oolithkörner an.

[3] Vgl. Verhandlungen der naturf. Gesell. in Basel. Bd. IV. 1867. Müller, a) Die Eisensteine des jurassischen Kalkgebirges am Fuss der Windgälle. p. 575. b) Über die Eisensteinlager am Fuss der Windgälle. p. 762. Ferner P. Groth, Mineraliensammlung der Universität Strassburg. p. 250.

[4] Eine nähere Beschreibung dieser Mineralien gedenke ich in nächster Zeit veröffentlichen zu können.

Quarzsäulen von Albittafeln und Albite von Kalkspath umwachsen werden. — Oberhalb Landiberg an der Westseite der kleinen Windgälle fand ich in Blöcken ein höchst bemerkenswerthes oolithisches Gestein. In einem grobkörnigen, krystallinischen Kalkstein, der reich an mikroskopischen Resten von Organismen (meistens Crinoïdenbruchstücken) ist, liegen schalig aufgebaute, längliche Oolithkörner, deren längerer Durchmesser oft über 1 cm. beträgt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass diese Körner aus einem Gemenge brauner Schüppchen von Eisenoxydhydrat und dem bereits beschriebenen Chamosit-ähnlichen Mineral bestehen. In diesen grossen Oolithen liegen hie und da bis 0,05 mm. grosse, sphärolithische Gebilde. Kleinere ganz regelmässig schalig aufgebaute Körner zeigen zwischen gekreuzten Nicols ein aus zwei Hyperbeln bestehendes Interferenzbild, ähnlich demjenigen, welches zweiaxige Krystalle in convergentem polarisirtem Licht zeigen.

Wie überall am Nordrande des Finsteraarhornmassivs bildet der Malm auch an den Windgällen die Hauptmasse der Sedimente. Die an der Basis derselben auftretende Oxfordgruppe (d'Orb.) schliesst sich orographisch an den Dogger an, d. h. sie bildet gewöhnlich zugleich mit demselben am Fusse der schroffen Wände des Hochgebirgskalkes schmale Terrassen. In der Ostschweiz, d. h. bis zur Windgälle, bildet das Oxford als Schiltkalke (Escher) einen petrographisch und paläontologisch gut charakterisirten Horizont[1]. In den Alpen westlich der Reuss ist das Oxford hingegen als thonige, dünnschiefrige, dunkelgraue Kalke entwickelt[2].

Nach der petrographischen Ausbildung der betreffenden Gesteine zu urtheilen, scheint es mir, als ob am Südabhang der Windgällen die schiefrige, den Effinger Schichten (Mösch) entsprechende Stufe des Oxford, auf Hüfialp aber die Schiltkalke (Birmensdorfer Schichten [Mösch]) vorherrschten.

Überall an diesen Gesteinen lassen sich die Wirkungen mechanischer Kräfte erkennen. Gar nicht selten finden wir

---

[1] Vgl. Bachmann, Berner Mittheilungen. 1863. Mösch, Der Jura in den Alpen der Ostschweiz. 1872. Heim, Mechanismus. Bd. I. p. 67.

[2] Baltzer, Contact von Gneiss und Kalk. p. 49.

gequetschte und verzogene Petrefacten, namentlich Belemniten[1].

Bei den Eisengruben fand ich einen parallel der Schieferung des Gesteins in der Weise auseinander gerissenen Belemniten, dass die einzelnen Bruchstücke desselben nicht wie gewöhnlich in einer geraden Linie liegen, sondern noch gedreht sind, so dass sie, alle unter einander annähernd parallel, mit der Längsrichtung der Schieferung einen Winkel von ungefähr 45° bilden. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich auch an Schiefern in der Ramozeschlucht bei Vättis (Kt. St. Gallen).

Am Ende des Stäfel-Gletschers zwischen Unter-Furggeli und Schwarzberg treten direct unter dem Doggerband braunroth angewitterte, sehr schön gefältelte Kalkschiefer (Ob. Oxford?) auf. Die Fältelung tritt namentlich dadurch schön hervor, dass graue, dünne, mit Salzsäure wenig brausende Lagen, rippenartig hervorragend, abwechseln mit intensiv braunroth gefärbten, mit Salzsäure lebhaft brausenden Lagen.

Das an Masse weitaus überwiegende Formationsglied ist der Hochgebirgskalk, welcher hier wie überall in den Centralalpen äusserst arm an Fossilien ist und durch mechanische Kräfte bald dünnschiefrig ausgewalzt, bald marmorisirt erscheint.

Die eocänen Sedimente der Windgällengruppe sind theils Thonschiefer (Flysch), theils Nummulitensandstein, theils sind sie als Taveyanazsandstein zu bezeichnen[2]. — Die Thonschiefer, mit eingelagerten Sandsteinbänken, erreichen ihre grösste Entwicklung, mannigfache Falten bildend, in der Gegend von Krummkähli und Riedersegg. — An der Basis der hohen Kalkwand der Windgällen, südlich oberhalb des Seewli-Sees, ziehen sich steil nach Süden fallende Nummulitensandsteinbänke hin, welche dann, nach Süden sich fortsetzend, oberhalb Riedersegg als Muldenkern in die grosse Windgällenfalte eintreten, sich bis an die Widderegg verfolgen lassen und nochmals am rechten Ufer des Hüfigletschers zu Tage treten.

[1] Vgl. Heim, Mechanismus. Atlas Taf. XIV

[2] Die Karte von Heim (Atlas zu Mechanismus) zeigt die Verbreitung dieser drei Glieder auch innerhalb unseres Gebietes.

Der Taveyanazsandstein[1] erreicht an der nördlichen Grenze des Gebietes, vom Stichgand aus gegen Rinderstock, Rothgrat und Schwarzstöckli eine bedeutende Mächtigkeit und Ausdehnung. Das Gestein ist deutlich geschichtet, bis 1 m. mächtige Bänke bildend. Grosse, scharfkantige, braun angewitterte Blöcke desselben häufen sich am Nordgehänge der Seewlialp zu weit ausgedehnten Trümmerhalden an.

Die hier zu beschreibenden Stücke dieses Gesteines sind von dunkel lauchgrüner Farbe, die „erbsengrossen hellern Flecken“[2] fehlen. In einer splittrigen, grünlichen Grundmasse lassen sich mit der Loupe zahlreiche, etwa 1 mm. grosse, schwarz glänzende Hornblendesplitter, sowie stark glänzende Quarzkörner, ferner Feldspathdurchschnitte und braun glänzende Partikel eines Erzes, wahrscheinlich Magnetkies erkennen. Mit Salzsäure betupft braust das Gestein auf. Nach der mikroskopischen Untersuchung besteht dasselbe aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Augit, Hornblende, Chlorit, Calcit und Magnetit[3]; es erweist sich als ein unverkennbar klastisches Gestein.

Quarz erscheint in scharfkantigen, splitterartigen Individuen und zeigt meistens deutliche undulöse Auslöschung, auch wohl Streifensysteme beim Drehen zwischen gekreuzten Nicols. Der Orthoklas ist stark zersetzt; er tritt in grössern rechteckigen Durchschnitten auf, bisweilen fast porphyrartig hervortretend, während der Plagioklas, meist bedeutend frischer, als schmale Leisten entwickelt ist und nie grössere Dimensionen erreicht. Die durchgehends geringe Auslöschung der Leisten (ca. 5°) lassen vermuthen, dass Oligoklas vorliegt.

Augit ist der an Individuenzahl weitaus vorherrschende Gemengtheil des Gesteins. Die rissigen, licht gelblich-grünen Körner sind gewöhnlich noch recht frisch, zeigen keinen Pleochroïsmus und eine Auslöschungsschiefe zwischen 27° und 40°. — Die Hornblende charakterisirt sich durch geringe Aus-

[1] Vgl. Studer, Index der Petrographie. p. 232.

[2] Vgl. Heim, Mechanismus. Bd. I. p. 78.

[3] In gleichfalls nicht gefleckten Varietäten von Taveyanazsandstein aus dem Berneroberland fand Baltzer keine Hornblende. (Vgl. Bibliothèque Universelle. Arch. des scienc. phys. et nat. 3 Période. Tome VIII. Genève 1882. p. 396.)

löschungsschiefe und starken Pleochroïsmus. Die Farben sind, analog wie bei den Hornblenden jüngerer Gesteine, licht bräunlich-gelb und schmutzig dunkel grünlich-braun. Vielfache Zwillinge sind nicht selten; einzelne Krystalle zeigen zonaren Aufbau. Häufig sind die Leisten zerbrochen oder geknickt. Die Hornblende tritt weit weniger häufig als der Augit auf, wird aber zuweilen bedeutend grösser und ist meist stärker zersetzt. Chlorit sammelt sich zu lichtgrünen Putzen an und ist wohl hauptsächlich ein Zersetzungsproduct der Hornblende. Calcit verbreitet sich, die Zwischenräume ausfüllend, in kleinen Körnern durch das ganze Gestein.

In der ganzen Art seiner Ausbildung gleicht dieser Taveyanazsandstein, der nach Heim, Baltzer, Renevier und Lory den obern Horizonten des Eocän angehört, vollkommen gewissen devonischen Schalsteinen. Die Entstehungsweise desselben liesse sich vielleicht mit dem freilich sehr vereinzelten Auftreten diabas- und melaphyrartiger Gesteine im Eocän am Nordabhang der Alpen in Zusammenhang bringen[1].

Anmerkung. Herr Dr. E. Haug hatte die Freundlichkeit, einige von mir in den besprochenen Gegenden gesammelte Petrefacten zu bestimmen. Bezugnehmend auf die Arbeiten von Stutz[2] möchte ich hier anführen, dass oberhalb Niedersurenen im Engelbergerthal an mehreren Punkten im Liegenden der schwarzen Schiefer, welche nach Stutz zum Lias (einschliesslich der Opalinus-Thone) gezählt werden müssen, sich eine etwa 1 m. mächtige, schwarze Kalkbank findet, direct auf Röthidolomit lagernd.

Ich fand darin:

Harpoceras Aalense Ziet.
Terebratula Eudesi Opp.
„ *teste* Dumort.
Pecten [Entolium] disciformis Schübl.
Unicardium sp. (nov.?)
Cypricardia sp. indet.

[1] Vgl. Kaufmann, Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. XIV. 2. Abth. p. 82 u. f. Ferner Schardt, Études géol. sur le Pays-d'Enhaut Vaudois. (Bullet. de la Soc. vaud. des scienc. nat. vol. XX. No. 90. 1884. p. 15.) Ich hoffe diese vereinzelten interessanten Vorkommnisse nächstens genauer besprechen zu können.

[2] Dies. Jahrb. 1879. 842 und 1884. II. 14.

Von diesen Formen weisen die beiden ersten sicher auf Ober-Lias; die über dieser Bank liegenden schwarzen Schiefer vertreten dann wahrscheinlich die Opalinus-Thone.

Im Erstfelderthal fand sich westlich oberhalb der Mattalp in harten aussen gelben, innen schwarzen Kalkbänken neben *Harpoceras [Ludwigia] Murchisonae* Sow. *Pholadomya Frickensis* Moesch. (Moesch. Monogr. Pholad. Tab. X. Fig. 1. pag. 30), eine Form, die mit *Harp. Murch.* auch anderswo zusammen vorkommt.

Der Eisenoolith von Hüfiälpeli enthält:

Harpoceras [Ludwigia] punctatum Stahl.
(Leitform für Zone der *Reineckia anceps* und des *Cosmoceras Jason.*)
Reineckia sp.

2. Geologischer Bau der Windgällenkette.

Das Gebiet der Windgällen bildet den östlichen Endpunkt einer geologisch sehr interessanten Linie, auf welcher die sedimentären Formationen des nördlichen alpinen Randgebirges und die krystallinischen Gesteine des weit ausgedehnten Finsteraarhornmassivs sich unter bestimmten, immer wiederkehrenden Erscheinungen berühren. Orographisch ist diese Linie vom mittlern Theile des Urbachthales im Berner Oberland bis zum Ende des Hüfigletschers im Maderanerthal durch von SW nach NO verlaufende Längsthäler markirt, deren Wasser in die beiden, ihr System kreuzenden Querthäler der Aare (Haslithal) und der Reuss sich ergiessen. Die Thalsohle selbst ist überall in den im Allgemeinen steil nach SO einfallenden krystallinischen Schiefern eingeschnitten, welche auch den südlichen Abhang der Thäler und die denselben krönenden Bergspitzen zusammensetzen. Am Nordabhang aber schieben sich in einer gewissen Höhe über die steil nach SO einfallenden Gneissstraten in discordanter Lagerung die mächtigen, sedimentären Ablagerungen, im Allgemeinen WSW—ONO streichend und schwach nach Norden einfallend. Es ist dies die Linie des mechanischen Contactes von Gneiss und Kalk.

In Übereinstimmung mit dem gleichartigen geologischen Baue ihrer Gehänge zeigen diese Thäler auch überall denselben landschaftlichen Typus. Der Südabhang steigt in

gleichmässiger Neigung in die Höhe und trägt eine Reihe durch die Erosion herausgenagter kegelförmiger Gipfel, von deren Spitze in divergirenden, bis in die Thalsohle hinab verlaufenden Rinnen mit schwach geneigten Böschungen die Wasser ins Thal fliessen, so dass der ganze Hang gleichsam gerippt erscheint. An keinem dieser Gipfel hat die Erosion eigenartige Formen herausgemeisselt; überall zeigt das Gebirge im Grossen denselben ruhigen, düstern Charakter: es wirkt auf den Beschauer nur durch seine Masse und durch die unbeschränkte Zahl der sich drängenden, himmelanstrebenden Spitzen.

Auf der Nordseite dieser Thäler erhebt sich über einem gleichförmig ansteigenden, aber doch im Einzelnen reich gegliederten Sockel krystallinischer Gesteine eine undurchdringliche, unübersteigbare Kalkmauer, welche als zusammenhängende Masse die Thalschaft ihrer Länge nach, gegen Norden abschliesst; nur wenige hinter ihr liegende beeiste Gipfel vermögen sie zu überragen. Jede einzelne Partie dieser starren, grauweissen Kalkmasse besitzt eine ihr eigenthümliche Architektonik: hier bieten sich den erodirenden Kräften bald harte Kalkbänke, oder weichere Mergelschichten, bald breite Schichtflächen oder schmale Schichtenköpfe dar: es müssen sich daher auch überall besondere, eigenartige äussere Gestaltungen des Felsgerüstes herausbilden, die sich zwar wiederholen, so oft dieselben Verhältnisse, bedingt hauptsächlich durch den geologischen Aufbau des Schichtencomplexes, sich wieder einstellen. Senkrechte Felsabstürze, schmale, treppenförmig übereinander liegende, horizontale Bänder, vorspringende Erker, einzeln aufragende Zacken beleben in buntem Wechsel die starre, vegetationslose Felsenmasse, welche, von grellstem Sonnenlichte beleuchtet, einen scharfen Gegensatz zu dem düstern, im Schatten liegenden südlichen Abhang dieser eigenartigen Thäler bildet.

Das Kalkgebirge schiebt sich nur da, wo das Gebirgssystem noch am vollständigsten erhalten ist, die durch den Verlauf dieser Thäler bezeichnete Linie überschreitend, weiter nach Süden über das Centralmassiv hinweg, auf den Wasserscheiden zwischen Engelberger- und Erstfelderthal einerseits und Engelberger- und Gadmen- resp. Wendenwasserthal an-

derseits die Gipfel der Spanörter und des Titlis bildend[1]. Die hohen Kalkwände auf der Nordseite dieser Längsthäler lassen keine grossen Complicationen in ihrem Aufbau erkennen, ebenso wenig wie die unter den Sedimentärformationen steil stehenden krystallinischen Schiefer. Der Dogger hingegen und namentlich die Zwischenbildungen, eingeklemmt zwischen Hochgebirgskalk und Gneiss, bilden im Gadmenthal und im Erstfelderthal für sich mehrfache Falten.

Während also in den besprochenen Längsthälern der geologische Bau des Contactgebietes ein verhältnissmässig einfacher ist, treffen wir weit complicirtere Verhältnisse im Gebiete westlich vom Haslithal, da wo Gneiss und Kalk mächtiger entwickelt sind und wo keine Längsthäler zwischen beiden sich öffnen. Der für diese Gegenden charakteristische Gebirgsbau, bedingt durch liegende Falten des ganzen Systems der Sedimente, über deren nach Süden gekehrte Mittelschenkel krystallinische Gesteine sich hinüberschieben, findet sich nun wiederholt im Gebiete der Windgällengruppe.

Das Gebiet, dessen geologischen Bau wir zum Verständniss der Lagerungsverhältnisse des Porphyrs näher kennen lernen müssen, ist vor Allem der Nordabhang des Maderanerthales. Ein scharf ausgeprägter, aus Hochgebirgskalk bestehender zackiger Kamm, der von den rothen Hörnern über die grosse Windgälle, den Gwasmet, und den grossen Ruchen hinweg bis zum Alpgnoferstock von West nach Ost sich erstreckt, schliesst das Maderanerthal nach Norden ab. Das tiefeingeschnittene Reussthal durchschneidet das Gebirge senkrecht zur Streichrichtung desselben. Da der mittlere und untere Theil des Maderanerthales dagegen ein Längsthal ist, so zeigt der reichgegliederte Nordabhang desselben die Tektonik der Windgällenkette in ihrer ganzen Längsausdehnung. Einen wichtigen Einblick in den Bau des Gebirges erlaubt schliesslich noch das enge Querthal, in welchem der Hüfigletscher herabsteigt. Da die Windgällenkette in der Weise von Süden, Westen und Osten her durch tief eingeschnittene Thäler von dem umgebenden Gebirge isolirt erscheint, so war es möglich, einen in seltener Weise vollkommenen Einblick in den complicirten Bau derselben zu gewinnen.

[1] Vgl. Baltzer, Contact von Gneiss und Kalk. Karte.

Beim Scheidnössli, zwischen Schaddorf und Erstfeld steigen die Sedimente aus der Thalsohle der Reuss empor und bilden in geringer Höhe oberhalb der Haldeneck eine kleine Falte, in deren Gewölbekern die krystallinischen Schiefer hineintreten[1]. An der Südwestecke der kleinen Windgälle hat die Basis der Sedimente schon eine Höhe von 2200 m. erreicht; im Hintergrunde des Maderanerthales liegt sie hingegen nur 1580 m. hoch (Profil III), weiter nach Osten ist sie gar nicht mehr denudirt (Profil IV und V).

Auf dieser Linie, wo die Randkette mit dem Centralmassiv in Berührung tritt, bilden die Jura- und Eocänformation[2] eine Falte, die grosse Windgällenfalte, deren Verlauf A. Heim in seiner geologischen Monographie der Tödi-Windgällengruppe in erschöpfender Weise uns darstellt[3].

Die einzelnen Theile der Falte: Muldenschenkel, Muldenbiegung, Mittelschenkel, Gewölbebiegung und Gewölbeschenkel, sind auf den verschiedenen, senkrecht zur Streichrichtung der Schichten durch das Gebirge gezogenen Profillinien ungleich entwickelt und auch durch die Erosion ungleich blossgelegt.

In der Umgebung des Seewli-Sees, auf der Nordseite der Windgällenkette, tritt Eocän als Hangendes des zum Gewölbeschenkel gehörenden Hochgebirgskalkes auf. Bevor dasselbe nun als schmales Band, den Muldenkern bildend, in die grosse Hauptfalte eintritt, entstehen in der Umgebung von Riedersegg durch locale Stauungen sehr complicirte Lagerungsverhältnisse zwischen Jura und Eocän. Die Karte stellt diese Verwicklungen in Folge der Steilheit des Terrains beinahe im Profil dar. Auf der ganzen Länge der Falte treffen wir nun auf dem Mittelschenkel liegend, als Gewölbekern,

---

[1] Sehr schön erkennt man dort den Verlauf des Gewölbeschenkels an den steil nach Süden in vielen kleinen Windungen aufsteigenden Schichten des Röthidolomit. Im Mittelschenkel scheinen die Zwischenbildungen zu fehlen. — Schon im Jahre 1828 gab Dr. Lusser im Taschenbuch für Mineralogie von Leonhard eine ganz richtige Darstellung dieser Falte. Vgl. ferner: Stapff, Geologische Übersichtskarte der Gotthardstrecke. 1885. Bl. I.

[2] Dass die Zwischenbildungen im Gebiet dieser Falte meistens fehlen, habe ich bereits erwähnt.

[3] Vgl. ferner: Société Géologique Suisse. (Procès verbal des excursions de la section de Géologique le 10, 11, 12 août 1883 par V. Gilliérou.)

krystallinische Gesteine, grösstentheils Porphyr, oft in enger Verbindung mit carbonischen Bildungen.

An der Westecke der kleinen Windgälle (Heim, Atlas Taf. IV. Fig. 1) ist blos der von Norden kommende Muldenschenkel, der aus Eocän bestehende Muldenkern und der Mittelschenkel erhalten — Muldenbiegung, Gewölbebiegung und Gewölbeschenkel fehlen. Der Dogger, welcher nach Heim in umgekehrter Lagerung auf dem Hochgebirgskalk des Mittelschenkels liegen soll, fehlt ebenfalls, Carbon oder Porphyr lagern direct auf dem zu dünnen, gebogenen Platten ausgewalzten Malm; erst an der Südostecke der kleinen Windgälle (Profil I) findet sich wieder Dogger zwischen Carbon und Malm eingelagert. In ganz analoger Weise wie hier an der kleinen Windgälle fehlen auch an der obersten Gneissfalte des Gstellihorns im Berner Oberland die obersten Schichten (Dogger etc.) des umgekehrten nach Norden zurückkehrenden Mittelschenkels[1], um wie auch an der Windgälle im aufsteigenden Gewölbeschenkel plötzlich wieder zu erscheinen.

Auch im Muldenschenkel der Windgällenfalte fehlt der Dogger auf der Strecke von Rückenegg bis oberhalb Oberkäsern.

Der von den rothen Hörnern bis zum Alpgnoferstock verlaufende Felskamm bildet nun den aufsteigenden und nach Süden sich umbiegenden Gewölbeschenkel der Falte. Profil II zeigt an der Widderegg nun auch die Muldenbiegung mit dem als Muldenkern auf sich selbst zurückgelegten Eocän; an der Umbiegungsstelle ist der Dogger weggeschürft und Gneiss umhüllt die scharf gebogenen Malmschichten, zum Theil mit denselben flach umbiegend. Beim unteren Furggeli bilden die Schichten des weissen und braunen Jura des Mittelschenkels einen scharfen Knick. Im obern Furggeli, am Fuss der grossen Windgälle treffen wir die saiger stehenden Doggerschichten des Gewölbeschenkels, die sich von da weg mit geringen Unterbrechungen als braunes Band am Fusse der schroffen Kalkwand bis an das Ostende der Alpgnofer Platten verfolgen lassen. Weiter nach Osten auf den Stafelalpen und dem Ortliboden ist der Malm des Mittelschenkels entblösst,

[1] Vgl. Baltzer, Mech. Contact etc. Atlas Taf. VI.

der ursprünglich darauf lagernde Dogger ist nur noch an wenigen Stellen in kleinen Stücken erhalten. Vom Schwarzthal weg bis zur Firnplanke beim Hüfigletscher sind Muldenschenkel, Muldenbiegung und Mittelschenkel vollständig von Gneiss und schiefrigem Porphyr umhüllt. An mehreren Stellen traf ich vereinzelte, mitten im Gneiss steckende Schollen von Hochgebirgskalk (vgl. Karte). Die Isolirung dieser Schollen geschah wohl durch Abreissen von der Hauptmasse des Kalkes bei dem mechanischen Process der Faltung[1].

Durch das Thal des Hüfigletschers wurde nun der Mulden- und Mittelschenkel der Falte wieder freigelegt; auch das Eocän des Muldenkernes tritt am rechten Ufer des Gletschers zu Tage. Die Falte ist von der kleinen Windgälle bis zum Hüfigletscher um 620 m. gesunken und auch bedeutend schwächer geworden, der Mittelschenkel erscheint um Vieles verkürzt (Profil III und IV). Auf der linken Seite des Hüfigletschers bilden Gneisse den Gewölbekern. An Stelle einer einzigen Muldenbiegung erscheinen mehrere kleinere Biegungen, indem im Muldenschenkel selbst Nebenfalten auftreten. Auf Ober Hüfi (Profil V) finden wir nun noch die Basis des nach Süden zurückgelegten Gewölbeschenkels, welcher im westlichen Theile der Falte vollständig fehlte.

Gehen wir noch weiter nach Osten, so sehen wir, wie der Gewölbeschenkel immer mehr an Ausdehnung gewinnt, bis schliesslich auch in ihm Nebenfalten auftreten: es löst sich die eine grosse Windgällenfalte in ein System übereinander liegender kleinerer Falten auf.

3. Die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales.

Die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales gehören dem nordöstlichen Theile des grossen Centralmassivs des Finsteraarhorn an; ihre Schichten streichen WSW—ONO und fallen unter 50—70° nach SSO ein. Am Nordabhang des Thales biegen die Gneisse flacher um und legen sich, zwar nur in geringer Ausdehnung, über den Mittelschenkel der

[1] Vgl. Baltzer, Mechan. Contact von Gneiss und Kalk. p. 184.

Windgällenfalte. G. vom Rath[1], A. Müller[2] und A. Heim[3] beschreiben die krystallinischen Gesteine des Maderanerthales. Müller sucht dieselben mineralogisch zu bestimmen und unterscheidet Thon-, Talk- und Glimmerschiefer, Felsitschiefer, Chlorit- und Hornblende-Gneisse, Syenite und Diorite etc., ohne aber die Verbreitung der einzelnen Varietäten zu verfolgen. A. Heim versucht es, die Verbreitung einzelner Abänderungen kartographisch festzustellen (Atlas Taf. I) und dieselben mit andern Vorkommnissen petrographisch und geologisch zu parallelisiren, indem er ein vollständiges Profil durch das Ostende des Finsteraarhornmassivs gibt. Trotzdem ich viel Zeit und Mühe darauf verwendet habe, bestimmte Typen ihrer petrographischen Natur nach festzulegen und in ihrer Verbreitung zu verfolgen, so muss ich mich darauf beschränken, unter dem reichlich gesammelten Material nur einige wenige Gesteinsabänderungen heraus zu greifen und mikroskopisch zu untersuchen. Auch mir erscheint es zweifelhaft „ob es jemals gelingen wird, in dem Heer der durch diese Gesteine gebildeten Abänderungen eine Gesetzmässigkeit und ein regelmässiges Wiederkehren bestimmter Typen zu erkennen".

Am Abhang von Waldiberg, in der Gegend von Frisenthal und Frenschenberg sowie oberhalb Bristen, am Südabhang des Thales treten gneissartige Gesteine[4] auf, die bald körnig, bald schiefrig sind. Die körnigen Varietäten, welche mehr gegen Norden vorherrschen, bilden ein grob- und gleichkörniges Gemenge, ohne stark ausgeprägte Schieferung. Der Feldspath ist vorwiegend Orthoklas; Plagioklas ist weniger häufig und oft noch recht frisch. Quarz ist recht reichlich vorhanden und bildet unregelmässig begrenzte Partieen, die zwischen gekreuzten Nicols sich in ein Aggregat zackig begrenzter, in einander greifender Körner auflösen. Als basische Gemengtheile erscheinen zerstreut kleine Schüppchen eines grünen Glimmers (Chlorit) und Muscovit. Beide sind oft mit

[1] G. vom Rath, Geognostisch-mineralogische Beobachtungen im Quellgebiet des Rheins. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XIV. 1862. p. 391.)

[2] A. Müller, Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. 1867.

[3] A. Heim, Mechanismus. Bd. I. p. 22.

[4] Von Stapff werden dieselben als „Glimmerschiefergneiss" bezeichnet. (Geolog. Übersichtskarte der Gotthardbahnstrecke. 1885.)

einander verwachsen. In der Umgebung von Frenschenberg nimmt dies Gestein einen andern Habitus an, indem der Chlorit sich zu Flasern anhäuft. Dadurch, dass schliesslich der Chlorit noch mehr überhand nimmt und zugleich Quarz gegenüber Feldspath zurücktritt, entstehen die Chlorit- und Glimmerschiefer, welche die Felswand zusammensetzen, längs welcher der Weg von Amsteg nach Bristen hinaufführt.

Am Nordufer des Kerstelenbaches tritt zwischen dem Seebach und der Widderlauwi eine Scholle von schiefrigem Augengneiss auf. Der porphyrartig hervortretende Feldspath erscheint im Dünnschliff in Form unregelmässig begrenzter Partieen, ist meistens zersetzt und macht oft den Eindruck von Carlsbader Zwillingen mit eingeschaltetem, an der Zwillingsstreifung kenntlichem Plagioklas. Das kleinkörnige Gemenge, in welchem diese grössern Feldspathe eingebettet liegen, besteht aus Quarzkörnern, meist frischen Plagioklasleisten, denen sehr zahlreiche dunkelgrüne, unregelmässig zackig begrenzte Hornblendesäulchen und hie und da Blättchen eines braunen fasrigen Glimmers beigemengt sind. Als charakteristischer accessorischer Gemengtheil dieses schiefrigen Hornblendegneisses tritt Titanit in Form zahlreicher brauner Körner, die häufig Zwillingsstreifung zeigen, auf.

Die Gesteine, welche auf Hüfialp den Gewölbekern der Falte bilden, sind grösstentheils ebenfalls augengneissartig entwickelt. Zwischen den bis 1 cm. langen, ausgezogenen Feldspathleisten, die noch verhältnissmässig frisch sind und u. d. M. keine Zwillingsstreifung zeigen, ziehen sich Aggregate winziger Quarzkörnchen, Plagioklasleistchen und Flasern eines zersetzten braunen Glimmmers hindurch.

Nach A. Heim zieht sich eine Zone Granit-Gneiss in einer Mächtigkeit von ungefähr 200 m. ohne eine Andeutung von Schichtung zu zeigen am Bristenseeli vorbei; sie tritt am Steinthalstock, an der Hagstecke, südlich vom Düssigipfel wieder auf und lässt sich bis hinter die Bifertenalp am Tödi verfolgen.

Das Gestein bildet oberhalb des Bristenseelis durch die Art seines Auftretens einen scharfen Contrast gegenüber den ganz schiefrigen Sericitgneissen, die es nördlich und südlich begrenzen. Da, wo dieses Gestein den ausgeprägten Erosionskamm bildet, der sich vom Gipfel der herrlichen Py-

ramide des Bristenstockes bis ins Maderanerthal hinunterzieht (vgl. Heim, Atlas Taf. XIII Fig. 1), wird derselbe plötzlich ganz scharf, und durch die nach allen Richtungen verlaufenden Spalten wild ausgezackt und zerklüftet, so dass man versucht sein könnte, hier an das Auftreten eines granitischen Ganges zu denken. Es enthält dieser „Granit-Gneiss“ als vorherrschenden Gemengtheil weisse Feldspathleisten, matte weissliche Quarzkörner in untergeordneter Menge und Flasern eines braunen glimmerartigen Minerals. Der Feldspath lässt, wo seine Zersetzung nicht schon zu weit vorgeschritten ist, u. d. M. Zwillingsstreifung erkennen. Als ein Aggregat winziger, zackig begrenzter, optisch verschieden orientirter Körner füllt der Quarz die Lücken zwischen den Feldspathleisten aus. Nach der Beschaffenheit des Quarzes ist dies Gestein als ein Gneiss mit massiger Structur aufzufassen, eine Deutung, die sehr wohl mit dem Umstand übereinstimmt, dass dasselbe in seinem ganzen Verlaufe den krystallinischen Schiefern concordant eingelagert ist.

Gegenüber den in Structur und Zusammensetzung fortwährend wechselnden gneissartigen Gesteinen bilden nun eine Reihe durch ihren Hornblendereichthum charakterisirter Gesteine eine geologisch etwas schärfer begrenzte Gruppe. Obwohl dieselben in Beziehung auf Structur und mineralogische Zusammensetzung auch sehr verschiedene Ausbildung zeigen können, so kehren doch immer dieselben Typen wieder; constant bleibt der vorherrschende Gehalt an Hornblende. Meistens sind sie als grobkrystalline quarzarme Hornblende-Gneisse entwickelt und zeigen oft eine eigenthümlich streifiggewundene Structur. Knollenförmig häuft sich oft die Hornblende an, ebenso finden sich glimmer- und quarzreiche Ausscheidungen. Auf Klüften finden sich faseriger Asbest und Adularkrystalle. Neben den Hornblendegneissen erscheinen an mehreren Orten schiefrige Abänderungen, die man nach ihrem makroskopischen Aussehen als Strahlsteinschiefer bezeichnen würde. — Heim hat diese Gesteine auf seiner Karte (Atlas Taf. I) als Amphibolite ausgeschieden; bei einer wiederholten Aufnahme des Gebietes in grösserem Maassstabe wäre seine Darstellung jedenfalls noch zu ergänzen und zu verbessern. — Es scheint mir, als ob diese Amphibolite am Nord-

abhang des Maderanerthales in Form von Linsen concordant zwischen den gneissartigen Gesteinen eingelagert seien. Es würden sich daselbst vielleicht drei solcher Linsen finden: 1. am Ende des Hüfigletschers auf beiden Seiten des Thales: 2. südwestlich vom Golzernsee, vom Geschel aus bis zur „Thalbrücke" hinab sich erstreckend: 3. am Golzernberg den Bockistock bildend.

Ein Handstück des Gesteines, wie es beim Ende des Hüfigletschers an der rechten Thalwand ansteht, besteht aus Feldspath, dunkelgrüner Hornblende und rothbraunem Glimmer. U. d. M. erweist sich der Feldspath als sehr zersetzt: wenn er noch irgendwie frisch ist, lässt er Zwillingsstreifung erkennen. Die Hornblende ist oft faserig, lebhaft pleochroitisch, schmutzig bräunlichgrüne Farbentöne zeigend. Die Lamellen des rothbraunen Glimmers sind gewöhnlich stark verbogen; häufig ist derselbe mit Hornblende verwachsen. Basische Blättchen zeigen in convergentem, polarisirtem Licht einen kleinen Axenwinkel. Quarz fehlt fast vollständig.

In diesem Gestein, welches die mineralogische Zusammensetzung des Diorites besitzt, treten vereinzelt hornblendefreie Partien auf. Es bestehen dieselben aus grossen, verbogenen Blättchen eines braunen Glimmers, welcher im Dünnschliff kräftigen Pleochroismus zeigt (licht strohgelb, dunkel braunroth); daneben erscheint unregelmässig begrenzter, stark zersetzter Feldspath sowie Quarz, seltener in einzelnen grössern Körnern, meistens kleinkörnige Aggregate bildend.

An der Südwestecke des Geschel in dem steilen, schwer zugänglichen Seebachtobel traf ich zwischen theils als Strahlsteinschiefer, theils als grobkörnige Hornblendegneisse entwickelten Gesteinen, deren Schichten steil aufgerichtet sind, concordant eingelagert drei Gesteine, welche petrographisch nicht uninteressant sein dürften. Die Beschreibung derselben folgt unter I. II. und III.

I. Das Gestein besitzt porphyrartige Structur. Die Grundmasse besteht aus kleinen lichtgrünen Körnern und grössern Feldspathkörnern von plagioklasähnlichem Habitus. Aus derselben treten in grosser Menge etwa 1 cm. breite, unregelmässig begrenzte Durchschnitte einer schwarzen stengeligen Hornblende hervor, die auf den Spaltungsflächen lebhaften

Bronceglanz zeigt. Eine Messung von Spaltungsstücken ergab den für Amphibol charakteristischen Prismenwinkel.

Im Dünnschliff erscheint die Hornblende zu Aggregaten angehäuft, zeigt starken Pleochroismus, indem licht strohgelbe bis dunkelbraune Farbentöne auftreten. Die Absorption ist $c > b > a$. Die Auslöschungsschiefe von c zu c wurde zu 18^0 gemessen.

Die lichtgrünen Körner der Grundmasse erweisen sich nach der mikroskopischen Untersuchung als Augit. Es scheint derselbe gegenüber dem Feldspath an Menge vorzuherrschen; er bildet Aggregate rissiger, wasserklarer oder schwach grünlicher Körner, deren Pleochroismus zwar sehr schwach aber doch noch bemerkbar ist. Achtseitige Umrisse bei annähernd rechtwinkliger Spaltbarkeit sind oft zu beobachten. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt der Augit lebhafte Interferenzfarben; die Auslöschungsschiefe von c zu c wurde zu 40^0 gemessen.

Der Feldspath zeigt, wenn noch einigermassen frisch, Zwillingsstreifung, enthält aber meistens in grosser Menge muscovitartige Zersetzungsproducte.

II. Das sehr zähe, spezifisch schwere blau-schwarze Gestein besteht fast ausschliesslich aus stengeligen Aggregaten von Hornblende, welche lebhaft glänzende Spaltungsflächen besitzt. An losgelösten Stücken wurde der Spaltungswinkel im Mittel zu $124^0\ 45'$ gemessen. Zwischen diesen Hornblendesäulen und hie und da auf Klüften finden sich anscheinend dichte, theils heller, theils dunkler gefärbte Partien, die wohl Serpentin sind. Accessorisch stellen sich vereinzelt braunrothe, stark glänzende Glimmerschüppchen ein.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Hornblende ein Aggregat wirr durcheinanderliegender, grösserer und kleinerer, schwach gelblich-grüner Leisten bildet. Trotzdem sie schon recht zersetzt ist, lässt sie sich doch noch in den meisten Fällen nach Auslöschungsschiefe, Pleochroismus und Spaltungsdurchgängen sicher bestimmen.

Neben Hornblende bildet Olivin den zweiten Hauptgemengtheil des Gesteins. Es erscheint derselbe in Gestalt rundlicher, z. Th. noch wasserklarer Körner, welche lebhafte Interferenzfarben und die charakteristisch feinmuschelige Oberfläche zeigen. Auf den regellos sich kreuzenden Sprün-

gen haben sich in grosser Menge neben Serpentin schwarze opake Eisenerze als Zersetzungsproducte abgelagert. — In dem in Salzsäure löslichen Theile des Gesteinspulvers liess sich mit Hülfe einer qualitativen Prüfung ein grosser Magnesiagehalt nachweisen, was ebenfalls die Anwesenheit von Olivin bekundet. — Der accessorisch auftretende Glimmer erscheint im Dünnschliff theils in Gestalt vereinzelter grösserer Blättchen, theils findet er sich als kleinere Schüppchen eingeschlossen in Hornblende. Er ist stark pleochroitisch, basische Blättchen zeigen in convergentem polarisirtem Licht einen kleinen Axenwinkel. Die Doppelbrechung ist negativ.

III. In einer blauschwarzen, weichen, serpentinartigen Masse liegen Büschel einer ölgrünen, stark glänzenden, stengeligen Hornblende, deren Spaltungswinkel zu 125° gemessen wurde. Daneben treten recht häufig kleine silberglänzende Glimmerschüppchen, sowie einzelne Körner von Pyrit hervor.

Die serpentinartige Masse zeigt unter dem Mikroskop Aggregatpolarisation. Oft noch ganz scharf erhaltene parallele Spaltungsdurchgänge, auf welchen sich opake Körner ansammeln, und in deren Nähe die die Aggregatpolarisation bedingenden Schüppchen gewöhnlich etwas grösser werden, scheinen darauf hinzuweisen, dass das Muttermineral dieser Substanzen ein Bisilicat war. — Die lichtgrüne stengelige Hornblende erscheint im Dünnschliff farblos, zeigt lebhafte Interferenzfarben, eine geringe Auslöschungsschiefe von c zu c (bis zu 17°), sowie die charakteristischen Spaltungsdurchgänge. Sie bildet keine scharf umgrenzten Individuen, erscheint vielmehr in Form von Bruchstücken eingelagert in der Aggregatpolarisation zeigenden Hauptmasse. Überall zeigt sie Zersetzung in Producte, welche mit derselben identisch sind, so dass es wahrscheinlich erscheint, dass wir in ihr noch frische Reste des Mutterminerals der serpentinartigen Hauptmasse des Gesteins vor uns sehen. Die kleinen, durch den ganzen Schliff sich verbreitenden Glimmerschüppchen sind lebhaft pleochroitisch, und zwar erscheinen sie intensiv dunkel orange, wenn das Licht senkrecht zu den Spaltungsdurchgängen schwingt, bläulich-grün, wenn es parallel dazu schwingt. Die Blättchen enthalten pleochroitische Höfe und Einschlüsse zahlreicher, winziger Nädelchen, die sich unter schiefen Winkeln schnei-

den. In basischen Schnitten zeigen sie in convergentem, polarisirtem Licht ein Axenkreuz, dessen Schenkel nur wenig auseinandergehen. Die Doppelbrechung ist negativ.

Ich muss mich hier darauf beschränken, diese drei merkwürdigen Gesteine zu beschreiben, ohne in Beziehung auf ihre Genesis etwas Bestimmtes aussagen zu können, möchte indess nochmals hervorheben, dass dieselben conforme Einlagerungen in parallel mit den krystallinischen Gesteinen verlaufenden Hornblendeschiefern bilden. Meines Wissens sind aus dem Gebiete der Centralalpen noch keine Peridotite bekannt, zu welcher Gruppe Gestein II zu rechnen ist; als „Hornblende-Peridotit" würde dasselbe den Eruptivgesteinen parallel zu stellen sein, welche neuerdings Cohen[1] unter dem Namen „Hudsonit" zusammenfasste. Das unter I beschriebene Gestein dürfte eine bis jetzt noch nie erwähnte Mineralcombination darstellen. Gestein III zeigt uns in directer Weise die Entstehung von sog. Giltstein, der in den Alpen so häufig auftritt.

Auch am Südabhang des Maderanerthales treffen wir innerhalb der gneissartigen Gesteine Zonen von Hornblendegesteinen, deren Verbreitung Heim auf seiner Karte ebenfalls angibt. In Verbindung mit denselben treten hier Topfsteinlager auf. Was die mineralogische Natur dieser Gesteine betrifft, so kann ich einstweilen nur auf die Angaben von A. Müller hinweisen[2]. Es zeigen dieselben oft grosse Ähnlichkeit mit dem aus Hornblende entstandenen Zersetzungsproduct, welches die Hauptmasse des Gesteins III aus dem Seebachtobel bildet. Auch kann man im Hintergrund des Selenentobels direct verfolgen, wie die eigentlichen dunkelgrauen feinschuppigen Giltsteine aus lichtgrünen Amphibolitschiefern hervorgehen, indem asbestartige Substanzen ein Zwischenglied bilden. Nach der mikroskopischen Untersuchung bestehen solche Amphibolitschiefer ausschliesslich aus einer im Dünnschliff farblosen oder sehr schwach grünlich gefärbten Hornblende, welche meistens noch ganz scharfe Durchschnitte zeigt, an einigen Stellen aber in feinfaserige Aggregate übergeht.

[1] Berichtigung bezüglich des „Olivin-Diallag-Gesteins" von Schriesheim im Odenwald. (Dies. Jahrb. 1885. I. 242. Vgl. G. Williams ib. II. 175.)

[2] Verhandlungen der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. 1867. p. 564.

Schliesslich möchte ich noch einen neuen Typus von Hornblendegesteinen erwähnen, welchen ich etwas südlich von der Läucherstockalp am Ostabhang des Bristen fand. Der vorherrschende Gemengtheil des Gesteins ist saussuritartiger Feldspath, daneben tritt in kurzen Säulen dunkelgrüne, stark glänzende Hornblende und in Form schuppiger Aggregate ein seidenglänzender gelber Glimmer auf.

Der Feldspath erweist sich unter dem Mikroskop als sehr zersetzt, so dass nur in wenigen Fällen noch Zwillingsstreifung sich erkennen lässt. Im Dünnschliff zeigt die durch Pleochroismus, Auslöschungsschiefe und Spaltungsdurchgänge gut charakterisirte Hornblende sehr lichte Färbungen und ist durchgehends recht frisch. Der Glimmer ist vollständig zersetzt, so dass sich nach dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung über seine ursprüngliche Natur nichts aussagen lässt. Die Blättchen sind gewöhnlich stark verbogen und erfüllt von einem System feiner, sich kreuzender Nädelchen. Daneben erscheinen, eingeklemmt zwischen den grösseren Körnern, längliche Quarzpartien, die zwischen gekreuzten Nicols in ein Aggregat kleiner rundlicher Körner zerfallen[1].

Nach A. Heim tritt inmitten der krystallinischen Gesteine am Südabhang des Maderanerthales, eine spitze Mulde bildend, ein Streifen centralmassivisch gestellter Sedimente auf, die theils als Verrucano, theils als Anthracit führende carbonische Schiefer bezeichnet werden. A. Müller betrachtet einen grossen Theil der krystallinischen Gesteine des Maderanerthales als metamorphosirte Sedimentgesteine, seine Vermuthung wird allerdings durch Funde von Versteinerungen bestätigt[2].

Die carbonischen Schiefer werden in ihrem ganzen Verlaufe von weisslichen Schiefern begleitet, welche eine felsi-

[1] Auf der Alp Orsé bei Poschiavo, wo Theobald auf Blatt XX der eidgenössischen Karte 1 : 100000 Gabbro einzeichnet, fand ich ein Gestein, das seiner mineralogischen Zusammensetzung nach vollkommen dem vorliegenden ident ist. Es ist dasselbe jedoch viel feinkörniger und der Glimmer erscheint nicht zu Flasern angehäuft, sondern findet sich in kleinen, verbogenen Blättchen mehr gleichmässig durch das ganze Gestein verbreitet. Losgelöste Blättchen zeigen unter dem Mikroskop ebenfalls Aggregatpolarisation, so dass der Axenwinkel nicht mehr beobachtet werden kann.

[2] Vgl. Heim, Mechanismus. Bd. I. p. 23.

tische, an muscovitartigen, lebhaft glänzenden Schüppchen reiche Grundmasse besitzen, in der bis 3 mm. grosse Quarzkörner liegen. Es erinnern diese Gesteine an manche Abänderungen der später zu beschreibenden schiefrigen Porphyre vom Südabhang der Windgällenkette.

U. d. M. zeigen solche Gesteine, welche beim Bristenstäfeli und im Tobel des Etzlibaches bei Herrenlimmi geschlagen wurden, unverkennbar porphyrartige Structur. Die Einsprenglinge, Quarz und Feldspath, zeigen in hohem Grade die Folgen der Einwirkung mechanischer Kräfte und sind zugleich durch chemische Zersetzung angegriffen. Der Feldspath, meist in einzelne Stücke zerrissen, ist vorwiegend Orthoklas und zeigt hochgradige Zersetzung in muscovitartige Schüppchen. Die rundlichen Quarzkörner sind von Sprüngen durchzogen oder in einzelne eckige Stücke auseinandergerissen. Sie löschen meistens undulös aus; hie und da sieht man, wie die Grundmasse schlauchförmig in dieselben eindringt. An den Rändern fasert der Quarz gewöhnlich aus und verbindet sich mit den Elementen der Grundmasse. Die Grundmasse besteht aus einem Aggregat eckiger Quarzkörnchen und Schüppchen kaolinartiger Substanzen, welche mit ihrer Längsausdehnung der Schieferung des Gesteines parallel liegen und oft in einer Zone um die Einsprenglinge herum grössere Dimensionen erreichen.

Splitter der Grundmasse schmelzen vor dem Löthrohr und werden, mit Cobaltsolution geglüht, blau gefärbt. —

Wir haben bereits gesehen, dass auf dem umgekehrten Mittelschenkel der Windgällenfalte krystallinische Gesteine, stellenweise auch carbonische Schiefer liegen. Wo dieselben Schichtung resp. Schieferung zeigen, liegen sie den Sedimenten nahezu parallel, eine Erscheinung, die schon von G. vom Rath, von Müller und von Heim besprochen wurde. Wie sich die gneissartigen Gesteine, welche auf Hüfialp den Gewölbekern bilden, in Beziehung auf ihre Lagerung den Sedimenten gegenüber verhalten, ist nicht so leicht festzustellen, da die Muldenbiegung im Innern des Gebirges steckt (Prof. V). Oberhalb der Hüfialp fallen die Gneisse normal nach Süden, sehr schön sieht man aber auf Oberhüfi, wie sie sich unter dem in kleinen Biegungen ansteigenden Gewölbeschenkel local flacher nach Norden umlegen.

Die aus dem Maderanerthal gegen Alp Gnof, die Stafelalpen und Bernetsmatt aufsteigenden krystallinischen Schiefer, von denen ich im Gegensatz zu Müller und Heim[1] das später zu besprechende Gestein der Alpgnoferplatten nach Lagerung und petrographischer Ausbildung scharf trenne, finden sich nur in sehr geringer Ausdehnung flach umgebogen auf dem Mittelschenkel liegend, so bei den Stafelalpen, an der Widderegg (Prof. VI) und am meisten nach Norden übergreifend am Südostvorsprung des Schwarzstöckli. Sie sind hier immer vollständig schiefrig geworden; die einzelnen Gemengtheile. Quarz, Feldspath und Glimmermineralien erweisen sich u. d. M. als vollständig zersetzt. Am unmittelbaren Contact mit dem darunterliegenden, oft marmorisirten Kalk treten Reibungsbreccien auf, in welchen hie und da bis 3 cm. grosse, unregelmässig ausgebildete und verzerrte Kalkspathrhomboëder liegen.

4. Carbon und Porphyr am Südabhang der Windgällenkette.

Das merkwürdige, am Nordabhang der Centralalpen vereinzelte Vorkommen von „Feldsteinporphyr“ an der Windgälle wurde von Lusser in Altdorf entdeckt[2]. Seitdem finden wir den Porphyr in der Literatur noch mehrfach erwähnt, so bei Studer[3], C. Vogt[4], Baltzer[5] u. A. — Mühlberg[6] fand Blöcke des Porphyrs in den erratischen Bildungen des Kantons Aargau. Die eingehendsten Angaben über das geologische Auftreten und die petrographische Ausbildung desselben finden wir in dem schon oft erwähnten Werke von A. Heim.

Der Porphyr zeigt in seiner ganzen Masse sehr wechselnde Ausbildung. Es sollen nun zuerst die einzelnen Varietäten, die zu fünf Typen sich zusammenfassen lassen, an welche die

---

[1] Heim, Mechanismus. Bd. II. p. 148.

[2] Denkschr. der allgem. schweiz. Ges. f. d. gesammt. Naturw. Bd. I. 1829. p. 145.

[3] Studer, Geologie der Schweiz. Bd. II. p. 178. Ferner: Index der Petrographie.

[4] C. Vogt, Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. Bd. II. p. 362.

[5] Baltzer, Mechan. Contact von Gneiss und Kalk. p. 34.

[6] Mühlberg, Über die errat. Bildungen im Aargau. (Festschr. der aargau. naturf. Ges. 1869. p. 111.)

schiefrigen Abänderungen sich anschliessen, in ihrer Verbreitung bestimmt, sowie petrographisch und chemisch untersucht werden. Die Art des Auftretens der einzelnen Varietäten ist aus den beigegebenen Tafeln ersichtlich.

Typus I.

Die am Südfuss des Käserngrates auftretende und den Seewligrat[1] zusammensetzende Porphyrvarietät besitzt eine rothbraune Grundmasse, in welcher in grosser Zahl weisse, bis 1 cm. lange Feldspathleisten liegen. Makroskopisch wahrnehmbare Quarzeinsprenglinge sind höchst selten. Einzelne schwarze anscheinend amorphe Leisten sind wohl Reste eines basischen Einsprenglings.

Gewöhnlich ist dies Gestein schon recht zersetzt; die Feldspathleisten zeigen einen bläulich-schwarzen oder rostrothen Kern. Solche dunkle und rostige Flecken verbreiten sich bei weiter gehender Zersetzung durch das ganze Gestein und sämmtliche Feldspathleisten verlieren ihre weisse Farbe.

U. d. M. erweisen sich die Feldspatheinsprenglinge vorwiegend als Plagioklas. Das Gestein, welches am Südfuss des Käserngrates ansteht, ist reicher an Orthoklas, als dasjenige vom Seewligrat. Die Plagioklase zeigen häufig einen complicirten Aufbau, indem die Zwillingslamellen sich kreuzen, plötzlich scharf absetzen oder auskeilen. Vereinzelt wurde sehr schöne gesetzmässige zonare Umwachsung von Orthoklas um Plagioklas beobachtet. Die aus Orthoklas bestehende Randzone hebt sich scharf von dem aus frischerem Plagioklas bestehenden Kerne ab.

Das hauptsächlichste Zersetzungsproduct des Feldspathes, vornehmlich des Orthoklases ist eine schwach grünliche, Aggregatpolarisation zeigende Substanz. In langen schmalen Zügen durchzieht dieselbe dendritisch die Krystalle oder durchsetzt sie quer. Recht oft sind diese Züge in ihrem ganzen Verlaufe auf beiden Seiten von einem Saume schwarzer opaker Körner begleitet. In andern Fällen ist der Feldspath beinahe ganz in dieses grüne Zersetzungsproduct umgewandelt,

[1] Als Seewligrat bezeichne ich den Felskamm, welcher den Kessel des Oberkäsern-Älpli gegen Westen abschliesst und sich zwischen Schwarzhorn und der kleinen Windgälle erstreckt.

so dass förmliche Pseudomorphosen entstehen. Vereinzelt sind dann noch hie und da kurze Stücke von Plagioklas erhalten geblieben, welche noch frisch sind und sich scharf gegen die grüne Masse, in welcher sie liegen, abgrenzen. Der Verlauf der Lamellen in diesen, einem Individuum angehörigen Stücken zeigt, dass dieselben in geringem Maasse gegenseitig verschoben sind. Die Zersetzungsproducte haben sich offenbar zuerst auf den Sprüngen der zerbrochenen Feldspathe angesammelt und von da aus sich weiter verbreitet. Beim Digeriren des Schliffes in heisser Salzsäure wird diese grüne, an Sericit erinnernde Substanz kaum angegriffen.

Eine andere Art der Zersetzung des Feldspathes besteht darin, dass in verhältnissmässig noch frischen Leisten sich Schüppchen von rostrothem Eisenoxydhydrat anhäufen. Beide Arten der Zersetzung werden oft an einem Individuum beobachtet. — Neben diesen im Allgemeinen breiten und stumpf endigenden Feldspathleisten treten noch andere leistenförmige Einsprenglinge auf, welche durchgehends viel schmaler sind und oft domatische Endausbildung zeigen. Sie bestehen aus einer schwachgrünlichen Aggregatpolarisation zeigenden Substanz und sind von opaken braunschwarzen Körnern erfüllt. Über die ursprüngliche Natur dieser Einsprenglinge, welche offenbar Reste eines basischen Gemengtheiles sind, lässt sich nichts aussagen. Die Umrisse derselben deuten eher auf Hornblende, als auf Glimmer.

Die wenigen Quarzeinsprenglinge, welche beobachtet wurden, enthalten reihenweis angeordnete Einschlüsse. Es sind dieselben zum grössten Theile unzweifelhafte Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen, welche beim Erwärmen bis auf 80° ihr Volumen noch nicht ändern. Andere Einschlüsse mit wenig hervortretendem zackigem Rande und breitumrandetem unbeweglichem Bläschen könnten vielleicht als Glaseinschlüsse gedeutet werden. Doch ist eine solche Bestimmung jedenfalls sehr unsicher; typische Glasdihexaëder fehlen vollständig.

Die Grundmasse löst sich schon bei schwacher Vergrösserung vollkommen in ein krystallinisches Gemenge auf. Sie besteht zum grössten Theile aus Quarzkörnern von rundlicher oder unregelmässig eckiger Gestalt. Der Durchmesser der

Körner beträgt im Mittel 0,03 mm. Als zweiter Gemengtheil der Grundmasse tritt Feldspath auf; selten individualisirte bis 0,09 mm. lange Leisten bildend, ist er immer stark zersetzt. Soweit eine Bestimmung desselben möglich war, scheint er Orthoklas zu sein, da Zwillingsstreifung nie beobachtet wurde.

Auch in der Grundmasse sammeln sich als Zersetzungsproducte der Feldspäthe die oben beschriebenen grünen Substanzen an.

Die rothe Farbe der Grundmasse wird durch undurchsichtige, in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Häutchen von Eisenhydroxyden bedingt, welche überall in derselben sich verbreiten, namentlich aber die Feldspathkörner überziehen. Licht roth durchscheinende Schüppchen von Eisenglimmer, wie sie in der Grundmasse der meisten rothen Porphyre sich finden, scheinen zu fehlen. Bei zweistündigem Behandeln des Dünnschliffes mit heisser Salzsäure wird die Grundmasse noch nicht vollständig entfärbt.

Typus II.

In Bezug auf Korngrösse und Structur stimmt eine zweite grüne Porphyrvarietät vollkommen mit dem beschriebenen Gesteinstypus überein. Es findet sich dieselbe blos am Käserngrat, dessen grösste Masse sie zusammensetzt; nach Süden grenzt sie dort an Typus I und nach Norden an rothe felsitische Porphyrvarietäten (Typ. IV, vergl. Profil I).

In ganz frischem Zustande ist die Grundmasse lauchgrün und enthält rosarothe Feldspathleisten in grosser Menge als Einsprenglinge. Kleine Quarzkörner sind etwas häufiger als in der vorigen Varietät. Dunkelgrüne Blättchen und winzige Leisten erscheinen als basische Einsprenglinge.

Der Feldspath ist, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, theils Plagioklas, theils Orthoklas und in den meisten Fällen schon stark zersetzt. Die grössten Leisten sind in der Regel Orthoklas, oft Carlsbader Zwillinge bildend, meistens stärker zersetzt wie die häufiger vertretenen kleinern Plagioklase. Die Zersetzungsproducte sind muscovitartige Schüppchen, welche sich nicht wie in der vorigen Varietät zu sericitartigen Aggregaten anhäufen.

Die wenigen Quarzeinsprenglinge zeigen im Dünnschliff unregelmässige, meistens geradlinige Begrenzung, sind von Rissen durchzogen und enthalten reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse.

Der basische Einsprengling ist ein chloritartiges Mineral von lebhaft grüner Farbe, deutlichem Pleochroismus und paralleler Auslöschung. Gewöhnlich ist die Zersetzung desselben schon so weit vorgeschritten, dass die Blättchen unter Ausscheidung von Magnetit- und Ilmenitkörnern sich in eine schwach bräunlichgelb-grüne, zarte Aggregatpolarisation zeigende Substanz umgewandelt haben. Als Titaneisenerz wurden opake, in reflectirtem Licht hellgelblich-grau erscheinende und lamellaren Aufbau zeigende Körner bestimmt, welche beim Digeriren des Schliffes in Salzsäure sich nicht lösten. Als Einschlüsse enthält der Chlorit ferner noch Zirkon, Apatit und winzige Nädelchen, die sich oft büschel- oder sternförmig anordnen (Rutil). Beim Digeriren des Schliffes in heisser Salzsäure werden die grünen Blättchen gelb entfärbt. Da dieselben meistens domatische Endigung, auch wohl Spaltungsdurchgänge, die sich unter Winkeln von 115—124° schneiden, zeigen, so ist wohl anzunehmen, dass sich der Chlorit zum grössten Theile aus Hornblende gebildet habe, wenn auch einzelne Durchschnitte in einer Weise parallele Spaltungsdurchgänge zeigen, dass man in diesen Fällen eher Glimmer als Muttermineral des Chlorites annehmen möchte.

Ähnlich wie das grüne Zersetzungsproduct des Feldspathes in Typus I, verbreitet sich hier das Zersetzungsproduct des Chlorites durch das ganze Gestein und sammelt sich zu grössern Putzen an.

Die Grundmasse besteht aus Quarz- und Feldspathkörnern und zahlreichen Chloritschüppchen, welche die grüne Farbe derselben bedingen. Der Feldspath ist Orthoklas, doch nicht so stark zersetzt wie in der vorigen Varietät.

Accessorisch auftretende Mineralien sind Zirkon in verhältnissmässig grossen und scharf ausgebildeten Krystallen, ferner recht reichlich Magnetit und Pyrit, sowie ganz vereinzelt Kalkspath.

Typus III.

Nach Structur und mineralogischer Zusammensetzung schliesst sich an die beiden beschriebenen Typen eine dritte Gesteinsvarietät an, welche nur an der Nordseite des Schwarzhorns in sehr geringer Ausdehnung gefunden wurde.

In einer graulich-grünen, mehr splittrigen Grundmasse liegen grosse milchweisse Feldspatheinsprenglinge, oft Carlsbader Zwillinge bildend und in der Regel sich nicht scharf von der an Masse zurücktretenden Grundmasse abhebend. Auch einige rauchgraue, stark glänzende Quarzkörner erscheinen als Einsprenglinge. Sehr oft zeigen die Feldspathleisten schon makroskopisch als Zeichen der Zersetzung einen grünen Kern, der sich in einzelnen Fällen soweit ausdehnt, dass die ganze Feldspathleiste in ein sericitartiges Mineral umgewandelt erscheint. Die mikroskopische Untersuchung zeigt denn auch, dass in dieser Varietät wie in Typus I die feinschuppigen Zersetzungsproducte des Feldspathes sich zu zusammenhängenden Aggregaten anhäufen. In Folge der weitgehenden Zersetzung lässt sich u. d. M. in den wenigsten Fällen entscheiden, ob ein Orthoklas oder ein Plagioklas vorliegt, recht häufig konnte jedoch noch Zwillingsstreifung beobachtet werden.

Die Zersetzung des nur mikroskopisch wahrnehmbaren basischen Gemengtheiles ist in diesem Gestein noch weiter fortgeschritten als in Typus II. Die grüne Farbe der Chloritblättchen ist vollständig verschwunden. Magneteisen als Zersetzungsproduct ist seltener, dagegen sind Titanmineralien häufiger, vor allem Ilmenit, der in reflectirtem Licht hell gelblichgrauen Glanz und in schönster Weise lamellaren Aufbau zeigt. Zuerst erscheint das Titaneisenerz in körnigen Aggregaten, erst bei weitergehender Zersetzung des Chlorits in Form grösserer, meist zackig begrenzter Körner und Leisten. Recht häufig findet sich die charakteristische Umwandlung in Leukoxen, wobei dann oft nur ein Netzwerk dünner, unzersetzter Titaneisenleisten übrigbleibt. Nicht selten trifft man ferner in den zersetzten Chloritblättchen lange, dünne, schwach röthlich-grau durchscheinende Säulchen, die wohl Rutil sein dürften. — Der Titangehalt des Gesteins konnte

qualitativ durch Schmelzen des Pulvers mit saurem schwefelsaurem Kali und Kochen der abfiltrirten, stark verdünnten Lösung leicht nachgewiesen werden.

Die Grundmasse ist bedeutend feinkörniger als in Typ. I und II; sie besteht zum grössten Theil aus Quarzkörnern. Feldspath ist untergeordnet, hingegen verbreiten sich in derselben winzige Schüppchen eines glimmerartigen Minerals, wohl Zersetzungsproducte des Feldspathes.

Accessorisch auftretende Mineralien sind Calcit, Apatit und Zirkon, welch letzterer oft zonaren Aufbau zeigt, indem ein dunkelbrauner Kern von einer farblosen Randzone umgeben wird.

Typus IV.

Die bis jetzt beschriebenen Gesteinstypen mit granitischer Grundmasse und vorherrschenden Einsprenglingen (Feldsteinporphyre) unterscheiden sich petrographisch scharf von rothen und grauen felsitischen Varietäten mit an Zahl und Grösse zurücktretenden Einsprenglingen und vorherrschender Grundmasse (Hornsteinporphyre). Heim fand in einigen Proben dieser Hornsteinporphyre nur 1—5 Volumina Quarz und Feldspathkrystalle auf 1000 Vol. Grundmasse. Gesteinstypen, welche Übergänge der basischern zu den saurern Porphyren bilden, konnte ich nicht finden; in Beziehung auf die Structur der Grundmasse und die Zahl der Einsprenglinge bildet allerdings Typus III ein Zwischenglied. Nirgends, auch nicht am Käserngrat, wo mit Ausnahme von Typus III alle Varietäten neben einander auftreten (Profil I), konnte ich eine scharfe Grenze, eine trennende Kluftfläche zwischen diesen so sehr verschieden ausgebildeten Gesteinen finden.

Die Gesteine, welche zu einem 4. Typus zusammengefasst werden können, bilden eine schmale Zone um die Feldsteinporphyre herum; am Käserngrat grenzen sie direct nördlich an Typus II. Sie besitzen eine splittrige rothbraune stellenweise auch grünlichgraue Grundmasse. Die Einsprenglinge sind milchweisse Feldspathkörner, die zum Theil noch recht frisch erscheinen, sie sind meist klein, nur wenige erreichen eine Länge von ungefähr 5 mm.

Während in den bis jetzt beschriebenen Porphyrvarietäten Quarzeinsprenglinge wenn auch selten ganz fehlen, so

doch immer nur sehr vereinzelt auftreten, mit Ausnahme von Typus III, erscheint Quarz in diesen Hornsteinporphyren wohl ebenso häufig wie Feldspath.

U. d. M. zeigen die Feldspatheinsprenglinge gewöhnlich ganz unregelmässige, oft etwas verschwommene Umrisse. Die einzelnen Körner scheinen oft blos Bruchstücke von Krystallen zu sein; zuweilen kann man die Zusammengehörigkeit solcher nahe bei einander liegender Bruchstücke noch leicht erkennen, meistens aber liegen dieselben ganz vereinzelt. — Mit wenigen Ausnahmen ist der Feldspath Orthoklas, meistens einfache Individuen, seltener Zwillinge (anscheinend nach dem Bavenoer Gesetz[1]) bildend. Er ist meistens bräunlichgelb gefärbt, zuweilen noch frisch und in ähnlicher Weise wie die Sanidine von Rissen durchzogen.

Der Quarz erscheint als Einsprengling sowohl geradlinig begrenzt, als auch in Form unregelmässig begrenzter Körner und Splitter. Er zeigt in der Regel in schönster Weise schlauchförmige Einbuchtungen von Grundmasse und reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Wenn auch die Quarzkörner gewöhnlich gegen die Grundmasse scharf abgegrenzt sind, so kann man doch in einzelnen Fällen beobachten, wie der Quarz am Rande des Kornes sich ausfranst, in einzelne kleine Körner zerfällt, welche von Grundmasse umgeben werden.

Die Grundmasse ist theils granophyrisch, theils kryptokrystallin oder mikrofelsitisch ausgebildet. Die granophyrischen Theile der Grundmasse erscheinen in Form einzelner, oft recht scharf begrenzter Partieen. Sie bestehen aus rundlichen Quarzkörnern und aus verhältnissmässig scharf begrenzten, oft langen, schmalen Feldspathleisten, opaken Körnern und grünen oder braunen Zersetzungsproducten. Quarz und Feldspath sind granophyrisch mit einander verwachsen. In grosser Menge treten innerhalb dieses körnigen Aggregates Pseudosphärolithe auf, welche bei gekreuzten Nicols ein meistens verschwommenes Interferenzkreuz zeigen. Oft kann man schon bei 300facher Vergrösserung als die Bestandtheile dieser Pseudosphärolithe noch ganz gut Quarz und Feldspath erkennen, in andern Fällen aber bestehen dieselben aus einem Aggregat winziger Körner, deren Natur sich nicht mehr be-

[1] Vgl. Cohen, Sammlung von Mikrophotographien. Taf. XXVIII, Fig. 2.

stimmen lässt. Der Kern dieser Pseudosphärolithe ist recht häufig durch Eisenoxydhydrat braun gefärbt.

Weitaus der grösste Theil der Grundmasse ist aber kryptokrystallin entwickelt. U. d. M. erscheint dieselbe in gewöhnlichem Licht gekörnelt und enthält in grosser Menge opake Körner, sowie in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Schüppchen von Eisenhydroxyden; rothe Eisenglimmerblättchen fehlen auch in dieser Varietät. Bei stärkster Vergrösserung sieht man bei gekreuzten Nicols noch einzelne Quarzkörner oder Glimmerblättchen in der Grundmasse aufleuchten, die übrige Masse zeigt eine „diffuse Polarisationswirkung". Einzelne Theile scheinen ganz dunkel zu bleiben: einer Deutung derselben als glasige Basis widerspricht auch ihr Verhalten bei der Untersuchung mit der Biot'schen Quarzplatte nicht.

Die Grundmasse aller dieser felsitischen Porphyrvarietäten zeigt in typischer Ausbildung Fluidalstructur. Die opaken Körner, welche der Grundmasse eingestreut sind, schaaren sich in mannigfach gewundenen Streifen bald dichter, bald liegen sie lockerer, und zugleich bekunden hellere und dunklere Streifen wechselnde Cohäsionsmaxima in der Substanz der Grundmasse. — Die Fluidalstructur wird noch ausgeprägter da, wo die grüne feinfaserige sericitartige Substanz in Form schmaler Bänder die Grundmasse durchzieht, in ihren Wellenlinien die Richtung der Fluidalstructur bezeichnend, sich eben da anhäufend, wo Dichtigkeitsunterschiede der ungleich erstarrten Grundmasse den Absatz erleichterten. In Gestalt eines schmalen Saumes umgibt diese grüne Substanz oft die Einsprenglinge und häuft sich auf der Seite derselben an, welche der Richtung der Fluidalstructur abgekehrt ist. Wo die Fluidalstructur besonders deutlich ausgeprägt ist, sind auch die granophyrisch entwickelten Putzen der Grundmasse in die Länge gezogen und gewunden.

Accessorische Mineralien fehlen diesem Typus fast ganz, vereinzelt wurde Zirkon beobachtet.

Typus V.

Die rothen felsitischen Varietäten (Typ. IV) bilden mit grauen und grünlichen, ebenfalls felsitisch ausgebildeten, aber noch durchaus massig auftretenden Porphyren (Typ. V) ein

Ganzes. Im Allgemeinen setzen dieselben die äusseren Theile des massigen Porphyrkörpers zusammen, aus ihnen gehen die schiefrigen Porphyre hervor. Inmitten der grauen Porphyre treten oft (Gipfel der kleinen Windgälle, Furggeligrat[1]) ganz regellos Partien rother Porphyre auf. Der Übergang von Typus IV zu Typus V scheint im Allgemeinen blos im Wechsel der Farbe zu bestehen, wenn auch, je mehr wir uns von dem durch das Auftreten der basischeren Varietäten (Typ. I) bezeichneten Centrum des Porphyrkörpers entfernen, die Quarzeinsprenglinge gegenüber den Feldspathleisten an Zahl zunehmen und die Grundmasse immer mehr überhand nimmt, bis dann schliesslich die Einsprenglinge überhaupt fast ganz verschwinden. Die Blöcke und Säulen dieses grünen, felsitischen Porphyrs sind meistens mit einer dünnen Rinde grüner Zersetzungsproducte überzogen, welche sich auch auf Klüften des Gesteines ansammeln.

Eng verbunden mit Gesteinen vom Typus IV, südlich sich anschliessend, treten am Furggeligrat Felsitporphyre auf mit graulich-grüner Grundmasse, in welcher Quarzkörner und blass rosarothe Feldspathleisten eingesprengt liegen.

U. d. M. zeigt der Feldspath ganz denselben Habitus, wie in den rothen felsitischen Varietäten und ist ebenfalls grösstentheils Orthoklas.

Die Grundmasse zeigt auch hier in ausgezeichneter Weise Fluidalstructur. Der grösste Theil derselben ist ebenfalls mikro- bis kryptokrystallinisch, einzelne mehr oder weniger scharf begrenzte Partien hingegen granophyrisch entwickelt. In der an muscovitartigen Schüppchen sehr reichen Grundmasse verbreiten sich überall dendritisch schmale Bänder eines feinfaserigen Zersetzungsproductes. Opake Körner und in reflectirtem Licht braunroth erscheinende Häutchen fehlen fast vollständig. Als Zersetzungsproducte treten braun gefärbte Carbonate auf in einzelnen Körnern, oft aber auch in scharf begrenzten Rhomboëdern.

Auf dem Gipfel der kleinen Windgälle finden sich ebenfalls mehrfach graue und rothe Hornsteinporphyre in enger Verbindung. Häufig treten in den grauen Porphyren

[1] Eigene Localbezeichnung des zwischen unterem und oberem Furggelli sich erstreckenden Felskammes.

rothe Flecken auf. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass dieselben immer aus granophyrischer Grundmasse bestehen und reich an in reflectirtem Licht braunroth erscheinenden Eisenoxydhydrat-Häuten sind.

In einem am Käserngrat am Contact mit dem Dogger auftretenden Gestein mit grauer Grundmasse finden sich neben einer grossen Anzahl von Quarzeinsprenglingen nur ganz wenige Feldspathleisten. Eine Bestimmung der Feldspäthe ist nicht mehr möglich, da dieselben vollständig in ein Gemenge von muscovitartigen Schüppchen, wenig Quarz und Calcitkörner zersetzt sind, so dass sie mit Salzsäure behandelt lebhaft brausen.

Die Grundmasse ist noch etwas feinkörniger, als die der andern Gesteine dieses 5. Typus und zeichnet sich namentlich durch ihren Reichthum an kaolinartigen Zersetzungsproducten aus.

No. 4 der unten folgenden Analysen gibt die Zusammensetzung dieses Gesteins als Vertreter von Typus V.

Schiefrige Porphyre.

Die bis jetzt beschriebenen Gesteine sind nur ein kleiner Theil der ganzen Porphyrmasse, welche auf den Mittelschenkel der Windgällenfalte hinübergeschoben, den Gewölbekern derselben bildet. Nach Süden fast die ganze kleine Windgälle zusammensetzend, nach Osten den Schwarzberg und die Alpgnoferplatten bildend, schliessen sich an die massigen, säulenförmig abgesonderten Porphyre Gesteine an, welche überall in deutlichster Weise die Wirkung mechanischer Metamorphose (Streckung) zeigen. Nach Norden grenzen die massigen Porphyre meistens an den Dogger des aufsteigenden Gewölbeschenkels, nur an einzelnen Stellen finden wir auch hier in geringer Ausdehnung schiefrige Gesteine.

Die Anfänge einer Einwirkung mechanischer Kräfte auf die massigen Porphyre zeigen sich in einer inneren Zertrümmerung des Gesteins. Es erscheint dasselbe aus lauter scharfkantigen, ebenflächigen, meistens ungefähr rechteckigen Stücken zusammengesetzt, bleibt aber äusserlich noch ganz compact. Oft sammeln sich auf diesen zahlreichen Kluftflächen rostige Zersetzungsproducte an.

Nach ihrer petrographischen Zusammensetzung und Structur gehören diese Gesteine zu den unter Typus V zusammengefassten Porphyren. In Folge der hochgradigen Zertrümmerung sind die Einsprenglinge von Rissen durchzogen und zerbrochen. Die zwischen gekreuzten Nicols fast ganz dunkel erscheinende Grundmasse zerfällt in grössere und kleinere eckige Stücke, zwischen welchen sich ein grünlich-braunes, feinfaseriges Zersetzungsproduct abgelagert hat.

In dieser Weise veränderter Porphyr findet sich namentlich da, wo die horizontal liegenden Porphyrsäulen oder Platten an den saiger stehenden Dogger anstossen, also am Fuss des Gwasmet, am obern Furggeli, am Käserngrat und an der Nordseite des Schwarzhorns; in analoger Ausbildung treffen wir ihn am Südfuss des Käserngrates, anstossend an Gesteine, die zu Typus I gehören. Wird nun durch mechanische Kräfte das Gestein in noch kleinere Theile zertrümmert und wirkt die Kraft vorzugsweise streckend, so entstehen vollkommen schiefrige Gesteine, welche je nach der Art der Umwandlung ein ganz verschiedenes Aussehen besitzen können, in allen ihren Abänderungen aber doch u. d. M. noch immer ihre ursprüngliche Porphyrnatur erkennen lassen, indem in der Regel recht kleine, meistens schon makroskopisch wahrnehmbare Quarz- und Feldspatheinsprenglinge in einer theils mikrokrystallinen, theils granophyrisch entwickelten Grundmasse liegen. Zugleich mit den mechanischen Umänderungen gehen auch mineralogische Neubildungen vor sich: es häufen sich in grösserer Menge grüne, Aggregatpolarisation zeigende Zersetzungsproducte an, wie wir sie in allen bis jetzt beschriebenen Porphyrvarietäten theils aus Feldspath, theils aus Chlorit haben entstehen sehen.

Das Gestein, welches die wild zerklüftete Porphyrkappe der kleinen Windgälle bildet und am Südfuss des Käserngrates, sowie auf dem Seewligrat an den rothen Feldsteinporphyr (Typ. I) anstösst, ist beinahe durchweg ein graugrüner, compacter, schiefriger Porphyr mit wenigen kleinen Quarz- und Feldspatheinsprenglingen. Der Quarz zeigt häufig kräftige, undulöse Auslöschung und ist wie der Feldspath, welcher fast ausschliesslich Orthoklas ist, von Rissen durchzogen oder in einzelne Stücke auseinandergerissen.

An einzelnen Stellen in der Grundmasse häufen sich in grosser Zahl winzige ächte Sphärolithe an, die zwischen gekreuzten Nicols ein ganz scharfes Axenkreuz geben, dessen Arme sich im Mittelpunkt des Sphärolithen schneiden und nach aussen sich verbreiten.

Auf dem Gipfel der kleinen Windgälle zeigt der Porphyr noch vollkommen säulige Absonderung; die Säulen liegen auch hier zu Büscheln vereinigt horizontal oder neigen schwach nach Süden; hier finden sich auch noch die rothen Felsitporphyre, welche unter Typus IV beschrieben wurden. — Auf der Südseite der kl. Windgälle wird der Porphyr, wo er die Basis der ganzen Porphyrmasse bildet und direct auf Carbon auflagert, vollständig schiefrig; oft erscheint er ganz quarzitisch, an andern Orten verwandelt er sich in seiner ganzen Masse in das grüne thonige Zersetzungsproduct, nur einzelne zerbrochene Quarzeinsprenglinge bleiben erhalten.

Aus den massigen Porphyren kennen wir das sericitartige Zersetzungsproduct blos als Pseudomorphose nach Feldspath oder als schmale, in der Grundmasse sich dendritisch verbreitende Bänder. Für sich in grösserer Menge ausgeschieden treffen wir dasselbe überall in den schiefrigen Porphyren der kleinen Windgälle. Entweder ist das ganze Gestein bis auf wenige quarzitische Brocken in diese grüne Substanz umgewandelt oder es treten in den noch unveränderten Felsitschiefern bis 2 cm. lange und 1 cm. dicke Flatschen dieses Minerals auf. Die Farbe desselben ist meist ölgrün bis lauchgrün. Die Oberfläche ist gewöhnlich glatt, der Bruch im Grossen flach muschelig und fettglänzend, im Kleinen feinerdig und matt. Die einzelnen im Gestein eingeschlossenen lenticulären Massen zeigen stengelige Absonderung mit Querbrüchen oder auch vollkommen blätterige Structur. Ganz schiefrige, hell lauchgrüne Varietäten haften an der Zunge und riechen thonig. Lichtgrün durchscheinende Splitter schmelzen sehr schwer vor dem Löthrohr, werden etwas gebleicht und undurchsichtig. Die Härte der lauchgrünen schiefrigen Varietäten ist wenig über 3, die der dunkeln stengeligen 2,5. Das spec. Gew. ist 2,85. —

In allen diesen Eigenschaften erinnert das vorliegende Mineral an den von A. Knop beschriebenen sächsischen Pini-

toïd, mit welchem es auch in Bezug auf sein geologisches Vorkommen übereinstimmt[1].

Das Pulver des dunkeln stengeligen Minerals ist, unter Wasser zerrieben, knetbar und besteht nach der mikroskopischen Untersuchung aus winzigen, schwach grünlich gefärbten Blättchen, die schwach pleochroïtisch sind und parallel auslöschen. Auch einzelne Quarzkörner sind im Pulver enthalten.

Zum Zwecke einer quantitativen Analyse wurde das gepulverte Mineral auf dem Wasserbade im Platintiegel längere Zeit mit einer Mischung von drei Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure und einem Gewichtstheil Wasser behandelt. Die dabei ausgeschiedene Kieselsäure wurde von dem unzersetzten Rückstande, der sich unter dem Mikroskop grösstentheils als Quarz erwies, durch anhaltendes Digeriren mit Natriumcarbonat getrennt[2].

Die unter I. folgenden Zahlen sind das Resultat der auf diese Weise ausgeführten Analyse; II. giebt die Zusammensetzung des Minerals nach Abzug des in Schwefelsäure und Soda unlöslichen Rückstandes:

	I.	II.
Rückstand . .	13,40	—
SiO^2	44,89	51,83
Al^2O^3 . . .	24,29	28,77
Fe^2O^3 . . .	2,28	2,63
FeO	1,66	1,91
CaO	0,54	0,63
MgO . . .	0,47	0,54
K^2O	7,48	8,63
Na^2O . . .	0,85	0,98
H^2O	3,27	3,77
	99,76	99,69

Vergleichen wir die unter II. angegebenen Zahlen mit den Analysen anderer krypto- oder phanerokrystalliner Mineralien, welche ebenfalls als intermediäre Zersetzungsproducte dem analysirten Mineral nahe stehen dürften, so finden wir,

[1] A. Knop, Beitr. zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden etc. (Dies. Jahrbuch. 1859. p. 558.)

[2] Das feingepulverte Mineral löst sich auch in concentrirter Salzsäure, doch viel langsamer als in Schwefelsäure.

dass dasselbe noch am ehesten mit dem Sericit übereinstimmt[1]. Die einzelnen Bestimmungen der vorliegenden Analyse differiren nie um ein ganzes Procent von den Zahlen einer Analyse eines Sericites von Hallgarten im Rheingau, welche von W. von der Mark angeführt wurde[2].

Die Entstehung des Sericites, der nach Laspeyres[3] als ein dichter Kaliglimmer zu betrachten ist, lässt sich durch die Reihe der Porphyrvarietäten sehr schön verfolgen, er ist hier ohne Zweifel ein Product der Zersetzung des Feldspathes.

Südwärts an die massigen grauen Felsitporphyre des Furggeligrates schliessen sich lichte graulich grüne Porphyrschiefer an, die sich vom Hauptgestein der kleinen Windgälle nur dadurch unterscheiden, dass Feldspatheinsprenglinge spärlich auftreten. Die Quarze sind ausserordentlich reich an Einschlüssen und fingerartig sich verzweigenden Einbuchtungen von Grundmasse. — Neben den gewöhnlichen Felsitschiefern ist unter den Gesteinen des Schwarzstöckli eine, auf beiden Seiten desselben dem Doggerband aufliegende, schiefrige Porphyr-Varietät zu erwähnen, welche recht grosse rundliche Quarzkörner in einer weissen Grundmasse enthält. Es sind dieselben, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, gewöhnlich in einzelne Stücke auseinander gerissen und zeigen in der Regel sehr kräftige, undulöse Auslöschung. Die wenigen u. d. M. erkennbaren Feldspatheinsprenglinge sind vollständig zersetzt. — Die Schiefer, welche den Schwarzberg und die Alpgnoferplatten bilden, sind in noch grösserem Maasse, als die bis jetzt beschriebenen Felsitschiefer durch mechanische Umformung modificirt, doch lassen sie sich nach ihrer makroskopischen und mikroskopischen Structur meistens noch leicht mit denselben identificiren. Hie und da erhält das meist dunkle Gestein ein breccienartiges Aussehen, so dass man es auf den ersten Blick mit gewissen carbonischen Grauwacken oder mit Verrucano vergleichen möchte.

Der an Zahl und Grösse vorherrschende Einsprengling ist Quarz, doch ist auch Feldspath oft recht reichlich ver-

[1] Vgl. Tabelle bei Laspeyres: Hygrophylit. (Tschermak, Mineralogische Mittheilungen. 1873. p. 170.)

[2] Verhandl. d. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 1878. 35. 262.

[3] Zeitschr. f. Krystallographie. Bd. IV. p. 244.

treten und zwar erweist er sich, obwohl im Ganzen Orthoklas vorherrscht, noch in vielen Fällen als Plagioklas, welcher oft auffallend frisch ist. — Eine Zersetzung des ganzen Gesteins in Sericit, wie sie bei den schiefrigen Porphyren der kleinen Windgälle eintritt, wurde hier nie beobachtet.

Die Felsitschiefer der Schwärze sind von dunkel graugrüner Farbe. Zu den kleinen Quarz- und Feldspath-Einsprenglingen tritt in winzigen Schüppchen Biotit hinzu, der zwar selten noch erhalten, sondern meistens in Aggregate von dunkelgrünen chloritartigen Blättchen zersetzt ist.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass einige dieser den östlichen Theil der Alpgnoferplatten bildenden Schiefer aus Porphyrvarietäten hervorgegangen sind, welche unverändert nicht mehr gefunden wurden.

Nachdem wir nun die petrographische Beschaffenheit der verschiedenen Abänderungen, welche die Gesteine der einheitlichen Porphyrmasse zeigen, kennen gelernt haben, bleibt uns noch die chemische Zusammensetzung von einzelnen Repräsentanten der verschiedenen Typen zu betrachten übrig.

Von den hier folgenden Analysen von Gesteinen, die zu Typus I, II, IV und V (Analyse 1, 2, 3 und 4) gehören, wurde Analyse 3 im chemischen Laboratorium der Universität Heidelberg von Herrn J. Mai ausgeführt. Analyse 1, 2, 4 machte ich im petrographischen Institut der hiesigen Universität. Ich bestimmte dabei TiO^2 nur in Analyse 2. Zur Eisenoxydulbestimmung wurde das Pulver nach der von Doelter angegebenen Methode auf dem Wasserbade im Kohlensäurestrom mittelst verdünnter Schwefelsäure und Flusssäure in einer Platinretorte aufgeschlossen und dann rasch titrirt.

Herr Stud. Serda hatte die Freundlichkeit im chemischen Institut der hiesigen Universität die Analyse einer Probe des schiefrigen Porphyrs vom Schwarzthal auszuführen (Analyse 5).

	1. Typ. I.	2. Typ. II.	3. Typ. IV.	4. Typ. V.	5. Schiefr. Porphyr.
TiO^2	—	0,92	—	—	—
SiO^2	64,88	67,04	74,80	76,41	76,93
Al^2O^3	16,43	16,00	12,60	14,42	14,35
Fe^2O^3	3,69	2,11	1,53	0,48	0,85
FeO	0,54	1,55	0,83	0,74	0,23
CaO	2,22	1,00	0,79	1,43	1,29
MgO	0,19	0,69	0,17	0,24	0,12
K^2O	6,57	5,49	4,83	3,88	0,60
Na^2O	3,73	4,62	2,54	0,63	2,71
H^2O	1,17	1,53	1,08	1,02	1,01
CO^2	0,49	—	—	1,40	1,71
	99,91	100,95	99,17	100,65	99,80

Diese Analysen zeigen, dass die vorliegenden Gesteine auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung in die Gruppe der Granite oder Quarzporphyre gehören, und zwar zeigen die einzelnen Typen eine Änderung in ihrer chemischen Zusammensetzung, die mit der Differenzirung ihrer petrographischen Zusammensetzung Hand in Hand geht. Der Titansäuregehalt sowohl als die Zunahme von FeO und MgO in Analyse 2 erklären sich durch das reichlichere Auftreten eines basischen titansäurehaltigen Gemengtheiles. Das Verhältniss der Alkalien in den verschiedenen Analysen stimmt sehr gut mit der unter dem Mikroskop gemachten Beobachtung, dass Orthoklas in den basisreichern Porphyren vorherrscht, während der umgekehrte Fall bei den Feldsteinporphyren eintrifft; am reichsten an Plagioklas ist Typus II (Analyse 2). Der Gehalt an Carbonaten in Analyse 1 und 4 steht mit der grössern Zersetzung der betreffenden Gesteine im Zusammenhang.

Die Analyse des schiefrigen Porphyrs vom Schwarzthal (An. 5) stimmt in Beziehung auf Kieselsäure- und Thonerdegehalt recht gut mit der Analyse des zu Typus V gehörigen Gesteines überein. Auffallend ist blos, dass das Gestein mehr Natron als Kali enthält, obwohl unter den Feldspatheinsprenglingen Orthoklas häufiger ist als Plagioklas.

Heim hat in überzeugender Weise dargethan, dass der Porphyr der Windgälle bei der nacheocänen Erhebung der Alpen sich nicht anders wie ein Sediment oder wie die kry-

stallinischen Schiefer verhalten habe und passiv auf den Mittelschenkel der Windgällenfalte hinübergeschoben worden sei[1]. Die im Dogger des Felsenkamins zwischen Rothhorn und Schwarzhorn eingelagerten gerollten Porphyrstücke beweisen nicht nur, dass der Porphyr älter ist als der braune Jura, sie weisen auch darauf hin, dass letzterer in einiger Entfernung von dem längst gebildeten Porphyr sich ablagerte.

In innigstem Zusammenhang mit dem Porphyr treten nun im Liegenden desselben, lagernd auf dem Dogger des Mittelschenkels der Falte, carbonische Schichten auf. Es bestehen dieselben aus schwarzen Anthracit führenden Schiefern und Conglomeraten, sie sind am untern Furggeli (Profil II) etwa 60 m., an der SO-Ecke der kleinen Windgälle (Profil I) höchstens 10 m. mächtig entwickelt. Obwohl es mir nicht gelang in diesen Ablagerungen fossile Pflanzen zu finden, so kann die Identität derselben mit den Bildungen vom Bifertengrätli, welche von Rothpletz[2] nach ihren fossilen Pflanzen für mittelcarbonisch erklärt werden, als sicher angenommen werden, da sie petrographisch vollkommen übereinstimmen. Die Verbindung der schwarzen Schiefer mit dem darüberliegenden Porphyr ist eine sehr innige, man kann mit Leichtigkeit Handstücke schlagen, welche auf der einen Seite aus weissem schiefrigem Porphyr, auf der andern Seite aus schwarzem Carbonschiefer bestehen. Oft findet man in den untern Lagen des schiefrigen Porphyrs sowohl am Furggeligrat als auch an der kleinen Windgälle Schmitzen carbonischer Schiefer eingelagert. An der SO-Ecke der kleinen Windgälle (Profil I) lagert auf gequetschtem Dogger oder auf dünnschiefrigem, wellig gebogenem Hochgebirgskalk eine in ihrer Mächtigkeit fortwährend wechselnde Bank, bestehend aus schiefrigem, fast vollständig in Sericit umgewandeltem Porphyr. Zwischen dieser Bank und der Hauptmasse des Porphyrs eingeklemmt finden sich die carbonischen Ablagerungen. Es ist eine ganz gewöhnliche, bis jetzt noch nicht beobachtete Erscheinung, dass die schwarzen Schiefer eckige meist kleinere Stücke von Porphyr einschliessen, woraus sich schliessen lässt, dass der

[1] Heim, Mechanismus. Bd. II. p. 114.

[2] A. Rothpletz, Steinkohlenformation des Tödi und deren Flora. (Abhandlungen der schweiz. pal. Ges. Vol. VI. 1879.)

Porphyr älter als mittelcarbonisch ist, wofür ein negativer Beweis schon durch das Fehlen von Contactwirkung geliefert wird. Da diese Stücke im Gegensatz zu den im Dogger eingeschlossenen nicht gerollt sind, so können wir annehmen, dass das Carbon sich in unmittelbarer Nähe des schon gebildeten Porphyrs abgelagert habe, vielleicht denselben überdeckend.

Die carbonischen Schichten nehmen nicht an der Windgällenfalte Theil, sie sind vielmehr zugleich mit dem Porphyr in engster Verbindung mit demselben, passiv in ihre jetzige Lage gebracht worden.

Heim gibt an, dass das Gestein der Alpgnoferplatten, welches sich als mechanisch umgeformter Porphyr erwies, in „ununterbrochenem Zusammenhang mit den krystallinischen Massen in der Tiefe des Maderanerthales stehe". Nun sehen wir aber, sehr schön namentlich bei der Evelialp und oberhalb des „Tritt", wie diese Platten, ca. 20° nach Süden fallend, plötzlich ihr Ende erreichen, eine bis 10 m. hohe, auch auf der topographischen Karte deutlich hervortretende Felswand bildend. Porphyr und Carbon gehören jedenfalls zum System der centralmassivisch gestellten Gesteine, wenn auch nicht direct beobachtet werden kann, wie die Alpgnoferplatten sich weiter nach Süden fortsetzen und ein steiles Südfallen annehmen. Am natürlichsten erscheint die Annahme, dass das ganze System von Porphyr und Carbon am Nordabhang des Maderanerthales mit der am Südabhang verlaufenden Zone carbonischer Gesteine im Zusammenhang gestanden habe. Es finden sich ja auch daselbst Gesteine, welche als gestreckte Porphyre gedeutet werden können.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen noch in keiner Weise ein abgeschlossenes Ganzes bilden, so liefern sie doch genügendes Material, um eine zusammenfassende Diagnose des Porphyrs geben zu können. Während Heim die Alpgnoferplatten als Verrucano betrachtet, aber keine Grenzen, sondern vielfach Übergänge gegen den Porphyr hin findet, geht aus der mikroskopischen und chemischen Untersuchung dieser Gesteine hervor, dass dieselben mechanisch umgeformte, gestreckte Porphyre sind, und zwar lässt sich schrittweise die Herausbildung der schiefrigen Abänderungen aus den ächt

massigen verfolgen[1]. Umgränzen wir den Porphyr in der auf der Karte angegebenen Verbreitung, so sehen wir, dass derselbe ein zusammenhängendes Ganzes bildet, dessen einzelne Theile in Beziehung auf ihre petrographische Ausbildung in einem gesetzmässigen Verhältniss zu einander stehen. Während schon die durchaus massige Ausbildung, die säulenförmige Absonderung sowie die makroskopische und mikroskopische Structur des unveränderten Porphyrs in deutlichster Weise auf eruptiven Ursprung desselben hinweisen, finden wir gerade in der Art der Verbreitung der einzelnen Varietäten neue Thatsachen, welche als beweisende für diese Annahme gelten können.

Der Windgällenporphyr ist theils ein Mikrogranit (Feldsteinporphyr), theils ein Granophyr (Hornsteinporphyr). Nur die Granophyre zeigen mechanische Umformung, indem sie in Porphyrschiefer übergehen, die aber im Dünnschliff noch unverkennbar Granophyrstructur zeigen. Wenn nun der als Typus I beschriebene Mikrogranit das Centrum eines eruptiven Porphyrkörpers darstellt, so bilden sich aus demselben gegen die Peripherie hin eine Reihe von Differentiationsformen heraus, welche successive kieselsäurereicher werden. Die grossen Feldspatheinsprenglinge, unter denen Plagioklas mindestens ebenso zahlreich wie Orthoklas vertreten ist, nehmen an Zahl und Grösse ab, Orthoklas beginnt vorzuherrschen, während zugleich die Quarzeinsprenglinge sich mehren. Die mikrokrystallinische Grundmasse gewinnt grössere Ausdehnung, indem sie sich zugleich mikrofelsitisch verdichtet, an einzelnen Stellen granophyrisch sich ausbildet. Mikrogranit und Granophyr bilden in ihren verschiedenen Abänderungen zwei in sich geschlossene Gesteinsgruppen; höchstens Typus III kann in gewisser Beziehung als Zwischenglied aufgefasst werden. Dennoch müssen wir die ganze Porphyrmasse als einheitlichen geognostischen Körper auffassen, die einzelnen

[1] v. Lasaulx findet bei der Untersuchung der Porphyroïde der Ardennen, sowie bei derjenigen eines quarzfreien Orthoklas-Porphyrs bei Dietz (Nassau) dem vorliegenden Vorkommen analoge Beispiele für mechanische Umformung von Eruptivgesteinen. Vgl.: Über die Tektonik und die Eruptivgest. der franz. Ardennen. Vortrag October 1883. Ferner: Sitzung d. nat.-hist. Ver. der Rheinlande u. Westfalen. 4. August 1884.

Typen bilden Differentiationsformen eines einzigen Magmas. Analoge Verhältnisse zeigen auch andere Porphyrkörper. z. B. die schwarzen und rothen Porphyre von Lugano, deren Alter zwar im Gegensatz zum Windgällenporphyr ein postcarbonisches ist[1].

Die bei der Faltung der Alpen mitgerissene und in so abnorme Lagerungsverhältnisse hineingebrachte Porphyrmasse zeigt eine unsymmetrische Ausbildung. Während gegen Süden und namentlich gegen Osten die Zone der Granophyre eine sehr breite ist, ist sie nur schmal entwickelt oder fehlt ganz gegen Westen und Norden. Westwärts vom hypothetischen Centrum des Porphyrkörpers (Seewligrat) wurden die Granophyre durch die Erosion des Reussthales entfernt, nördlich von demselben hat sie der aufsteigende Gewölbeschenkel der Windgällenfalte weggeschürft. Dass hier in der That mehr zermalmende als streckende Kräfte auf den Porphyr einwirkten, beweist uns die Reibungsbreccie, welche am obern Furggeli zwischen den horizontal liegenden Porphyrsäulen und den Doggerschichten eingelagert ist, sowie die Thatsache, dass in eckige Stücke zertrümmerte Granophyre sich namentlich in der Nähe des aufsteigenden Gewölbeschenkels finden (siehe p. 427).

Es ist vielleicht schliesslich nicht ohne Interesse darauf hinzuweisen, dass Lory[2] aus den Hautes Alpes ein Porphyrvorkommen beschreibt, welches sich mit dem Porphyr der Windgällen vergleichen lässt. Es bildet dort der Porphyr, welchen Lory für dyadisch hält, den Kern eines aufrechten, aus Trias und Jura gebildeten Gewölbes, ist aber wie der Verfasser annimmt, erst durch die gebirgsbildenden Kräfte passiv in das System der Falte hineingebracht worden. Der den Porphyr überlagernde triadische Sandstein enthält gerollte Porphyrstücke. Wir brauchen uns in der That diese aufrechte Falte nur in eine liegende umgelegt zu denken, um eine der Windgälle vollkommen analoge Bildung vor uns zu sehen.

---

[1] Harada, Das Luganer Eruptivgebiet. (Dies. Jahrb. Beil.-Bd. II. 1.)

[2] Bull. d. l. Soc. géol. de France. Sér. III. tome XII. 5 nov. 1883.

5. Massige Gesteine aus dem Gebiet des Finsteraarhornmassivs im Vergleich mit dem Porphyr der Windgälle.

Da das Vorkommen porphyrischer Gesteine an der Windgälle gerade desshalb so sehr unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht, weil es ein ganz vereinzeltes ist, so erscheint es schon aus diesem Grunde zweckmässig, analoge Bildungen in andern Theilen der Centralalpen genauer zu studiren und mit dem Porphyr der Windgälle zu vergleichen. Aber noch aus andern, tiefer liegenden Gründen schienen mir vergleichende Untersuchungen in dieser Richtung erwünscht. Wenn auch die petrographischen Charaktere unseres Porphyrs durchaus diejenigen eines ächt massigen Gesteines sind, so wird man doch noch nach Beweisen für den eruptiven Ursprung desselben suchen müssen, die aus der Art des geognostischen Auftretens geschöpft sind. Die Lagerungsverhältnisse des Windgällenporphyrs sind nun aber, wie wir gesehen haben, durch Kräfte, die erst lange nach der Entstehung desselben zu wirken angefangen haben, zu derart complicirten geworden, dass sie nur wenig in dieser Richtung verwerthet werden können; es gelang blos nachzuweisen, dass der Porphyr älter als Mittelcarbon ist. Wenn sich nun auch anderswo in den Centralalpen petrographisch analoge Gesteine finden liessen, an deren eruptivem Ursprung sowohl aus geognostischen, als auch aus petrographischen Gründen nicht gezweifelt werden kann, so wäre vielleicht auf diesem Wege durch Analogieschluss ein weiterer Beweis für die eruptive Natur des Windgällenporphyrs zu finden.

Von grossem Interesse ist daher folgende Angabe Heim's[1]: „Nach Ingenieur H. Berl findet sich in der Schützenbächliruns, welche vom Gipfel der kleinen Windgälle westlich nach Silenen geht, unmittelbar unter der untern Masse von Juragesteinen im Centralmassiv selbst etwas Windgällenporphyr.“ Da aber auf der topographischen Karte 1 : 50000 nirgends ein Schützenbächli angegeben ist, auch die Anwohner kein solches kennen, so liegt hier wohl eine Verwechslung mit der auf der Karte verzeichneten Schüpfenbächliruns vor, welche in der

[1] Heim, Mechanismus. Bd. I. p. 38.

That „vom Gipfel der kleinen Windgälle westlich nach Silenen geht“. Beim Herumklettern in dieser Runse fand ich nun aber blos Porphyrblöcke, oft bedeutende Dimensionen erreichend. Anstehenden Porphyr konnte ich nicht entdecken, doch lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten, dass die vorliegende Angabe unbegründet sei, da ich eine viel Aufwand an Zeit und Mühe erfordernde, auch nicht ganz gefahrlose systematische Untersuchung der ganzen Runse nicht durchführen konnte.

Die innige Verbindung von Carbon und Porphyr an der Windgälle und eventuell auch am Südabhange des Maderaner Thales weist uns darauf hin, auch die andern Carbonvorkommen in den östlichen Theilen der Centralalpen zu betrachten. In grosser Ausdehnung findet sich Carbon am Ochsenstock und Bifertengrätli an der Nordseite des Tödi. Nach der Darstellung von Heim und Rothpletz lagert auf den 75° SSO fallenden krystallinischen Gesteinen das System der carbonischen Schiefer und Conglomerate, bald discordant über die Schichtenköpfe der Gneisse hinweggreifend, bald concordant zwischen dieselben eingefaltet. Verrucano und Röthidolomit bilden das Hangende des Carbon. Die ausgeprägte Transversalschieferung aller dieser Gesteine, die im Gefolge der mechanischen Umänderungen auftretenden mineralogischen Neubildungen, sowie z. Th. nicht sehr günstige Aufschlüsse, erschweren es sehr, die einzelnen Bildungen petrographisch auseinander zu halten und Klarheit über die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse zu gewinnen, so dass jedenfalls, trotz der schönen Arbeit von A. Rothpletz das letzte Wort über die Geologie dieser interessanten Stelle noch nicht gesprochen ist. Am Nordwestabhang des Bifertengrätli, nicht weit von dem Fundpunkte von Pflanzenresten, traf ich ein graues felsitisches massig auftretendes Gestein (Petrosilex), anscheinend in den carbonischen Schiefern eingelagert. Es besteht dasselbe, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, aus einer sehr feinkörnigen Grundmasse, deren Bestandtheile Quarz und muscovitartige Schüppchen sind. Als Einsprenglinge liegen in derselben Bruchstücke von Quarz und zersetztem Feldspath. Obwohl eine gewisse Analogie mit den schiefrigen Porphyren der Windgälle nicht zu verkennen ist, so wäre es doch ver-

früht, das vorliegende Gestein mit denselben zu identificiren, so lange man nicht Übergänge zu deutlich entwickelten Porphyren findet. Herr A. Heim theilt mir gütigst mit, dass er auf der Sandalp (Schutthalden gegen Röthi und Tödi) zwei Bruchstücke von deutlich entwickeltem Porphyr gefunden habe. Es ist also zu hoffen, dass bei einer genaueren Durchforschung des Gebietes unzweifelhafter Porphyr auch anstehend hier gefunden werden wird.

Da der Porphyr der Windgälle im Centrum ein Mikrogranit ist, in den peripherischen Theilen aber ein Granophyr wird, theilweise einem Quarzporphyr sich schon sehr nähert, so könnte man daran denken, die ganze Masse desselben als eine porphyrische Granitapophyse zu betrachten. Harada vermuthet in ähnlicher Weise in Folge der centralen granititischen Ausbildung der rothen Porphyre von Lugano, dass dieselben mit in der Tiefe liegenden Granitstöcken in Verbindung ständen. Da wir ein analoges Verhältniss in schönster Weise aus dem Central-Massiv der Aiguilles Rouges kennen lernen werden, so mag hier eine kurze Erörterung folgen, in wiefern eine solche Annahme ihre Berechtigung haben könnte.

Im ganzen Gebiet des Finsteraarhornmassivs sind nur von wenigen Punkten ächt massige Gesteine bekannt. In nächster Nähe der Windgälle durchbrechen, wie die geologische Karte von Studer und Escher angiebt, im Fellithal drei Granitstöcke die Schichten der krystallinischen Gesteine. Alb. Müller[1] bespricht dieses Vorkommen. Südwestlich oberhalb der letzten Hütten von Felliberg am Thalgehänge tritt dieser Granit, ausgezeichnet durch gerundete Oberflächenformen vollkommen massig ausgebildet zu Tage. Der Contact mit den krystallinischen Schiefern der Umgebung ist durch Vegetation verdeckt. Der Granit zeigt vorwiegend eine fast horizontale Zerklüftung und umschliesst nach Müller eckige scharf abgegrenzte Bruchstücke des nächst anstehenden dunkeln Talkgneisses. Ein Wechsel in der Structur des Gesteines innerhalb desselben Stockes war nicht bemerkbar. — Zwischen glasigen grossen Quarzkörnern und den an Masse

[1] Verhandl. der naturf. Ges. in Basel. Bd. IV. p. 388 u. 583. Ferner: A. Müller, Die Granite des Fellithales. (Verhandl. etc. Theil VI. 2. Heft. 1875.)

vorherrschenden im Durchschnitt etwa 5 mm. langen Feldspathleisten schiebt sich, putzenförmig sich anhäufend, der meistens in Chlorit umgewandelte Glimmer (Biotit) ein. Die grossen Quarzkörner erweisen sich u. d. M. zwischen gekreuzten Nicols als einheitliche Individuen. Sie sind niemals geradlinig begrenzt, scheinen durch Zersetzung angegriffen zu sein; oft lösen sie sich an den Rändern in ein Haufwerk rundlicher Körnchen auf. Der Quarz enthält in grosser Menge meist reihenweis angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Der Feldspath ist theils Plagioklas, theils Orthoklas: Plagioklas scheint vorzuherrschen, ist auch gewöhnlich frischer als der Orthoklas. Der Biotit zeigt sehr starken Pleochroismus (hell strohgelb, tief dunkelgrün). Die wenigen unzersetzten Reste werden von einem Haufwerk opaker Körner und grüner Chloritfasern umgeben.

In Beziehung auf Structur und mineralogische Zusammensetzung stimmt dieses Gestein vollkommen mit dem Protogin überein, welcher sich in breiter Zone über den Kreuzlipass gegen das Fellithal (Sonniger Wichel) nach der Schöllenen hinzieht. Es scheint desshalb natürlicher, das beschriebene Gestein zu den Protoginen zu rechnen, als hier einen selbständig auftretenden Granitstock anzunehmen.

Herr A. Heim theilt mir mit, dass ausgezeichnete Euritgänge die Amphibolite des Piz Ginf und Piz Ner durchschwärmen.

An der Südseite des Tödi treten vielfach Gesteine auf, welche man nach Lagerung und Structur für ächte massige Granite, Syenite oder Aplite halten kann. Die mikroskopische Untersuchung des Gesteines vom Kehlstock und Piz Ner lässt auch in der That auf einen eruptiven Amphibol-Biotit-Granit schliessen, während der bekannte Puntaiglasgranit wohl als titanitführender Amphibol-Biotit-Gneiss der Reihe der krystallinischen Schichtgesteine zuzurechnen ist.

In dem westlich der Reuss sich erstreckenden Theile des Finsteraarhornmassivs sind, soviel mir bekannt, wirkliche Granit- oder Porphyrstöcke noch nicht nachgewiesen worden[1]. Es besteht das Centralmassiv hier aus einer nördlichen

[1] Blatt XVIII und ebenso Blatt XIV erschienen während des Druckes dieser Arbeit.

und einer südlichen Gneisszone. An die südliche Gneisszone schliesst sich die mächtige oft zwei Stunden breite Granit-Gneisszone an, die ihrerseits wieder durch einen Hornblendegesteine führenden Schichtencomplex von der nördlichen Gneisszone getrennt ist. Grössere, massige Partien von alteruptivem Granit kommen nach Baltzer[1] innerhalb der Granit-Gneiss-Zone des Aarmassivs nicht vor. Nach Fellenberg[2] besteht auch das Bietschhorn und die Bietschhornkette, welche der Granit-Gneisszone angehören, durchweg aus einem weissen, euritischen Granit, ähnlich demjenigen, welcher den Piz Ner an der Südseite der Tödigruppe bildet.

Porphyrische Gesteine aus dem westlichen Theile des Finsteraarhornmassivs scheinen nicht bekannt zu sein, doch gibt Studer[3] an, dass in den Gandecken des Triftgletschers im Haslithal sich Blöcke eines Porphyrs finden mit dunkelgrünlich-grauer Grundmasse und vielen rechteckig oder unbestimmt begrenzten, weisslichen Feldspatheinsprenglingen und einzelnen Hornblendetheilchen. Quarz fehlt. Dieser Beschreibung nach könnte das Gestein mit der grünlichen Varietät des Windgällenporphyrs (Typus II) übereinstimmen. Herr A. Heim theilt mir mit, dass er in der Mittelmoräne des Unteraargletschers zwei Bruchstücke eines Felsitporphyrs mit grauer Grundmasse und ausgeschiedenem Quarz und Feldspath gefunden habe. —

Schliesslich könnte man in den Rahmen unserer vergleichenden Betrachtungen noch die Besprechung von Gesteinsvorkommnissen hineinziehen, die nicht mehr dem Gebiet der Centralmassive angehören. Unter den von Escher im Verrucano des Kärpfstockgebietes nachgewiesenen melaphyrischen und porphyrischen (porphyritischen?) Lagergängen kommen nach Heim auch „local einige Abänderungen vor mit Serpentinflecken welche an Windgällenporphyr erinnern“. An andern Orten enthält der Verrucano oft Conglomeratbruchstücke von rothem feldspathreichem Porphyr. Die bunte Nagelfluh der Voralpen (ältestes Miocän) enthält stellenweise in grosser

[1] Baltzer, Randerscheinungen der centralgranitischen Zone des Aarmassiv. (Dies. Jahrb. 1885. II. 25.)

[2] cf. Verhandl. der schweiz. naturforsch. Gesellsch. 1877/78. p. 55 ff.

[3] Studer, Index der Petrographie. p. 80.

Menge Gerölle eruptiver Gesteinsarten (Granite, Porphyre, Variolite etc.), wie sie heute dem Nordabhang der Alpen gänzlich fremd sind[1]. Man hat versucht, das Auftreten dieser Gerölle, die in den jüngeren Nagelfluhbildungen nicht mehr vorkommen, durch Annahme eines jetzt verschwundenen nördlichen eruptiven Randgebirges zu erklären, analog demjenigen, wie wir es auf der Südseite der Alpen von Lugano bis Ivrea noch heute finden. Studer[2] und Baltzer[3] discutiren diese Frage. Baltzer fasst die Spilite etc. des Kärpfstockes als Fragmente dieses Randgebirges auf, welche mit dem Verrucano, in den sie gangförmig eingedrungen waren, die für jene Gegenden charakteristischen Lagerungsstörungen erfahren haben.

Aus allen diesen Erörterungen geht hervor, dass wir die Entstehung des Windgällenporphyrs auf zweierlei Weise zu erklären versuchen können:

1) Der Windgällenporphyr ist ein selbstständig auftretender alt- oder vorcarbonischer Porphyrstock, der nachträglich in das System der älteren krystallinischen Schiefer des Centralmassivs zugleich mit Carbon hineingefaltet wurde, ohne mit denselben in irgend welchem genetischen Zusammenhang zu stehen. Als solcher wäre er leicht, nach Analogie der Eruptivgesteine des Kärpfstockes, als ein mehr nach Süden vorgedrungener Rest des hypothetischen nördlichen Randgebirges zu erklären.

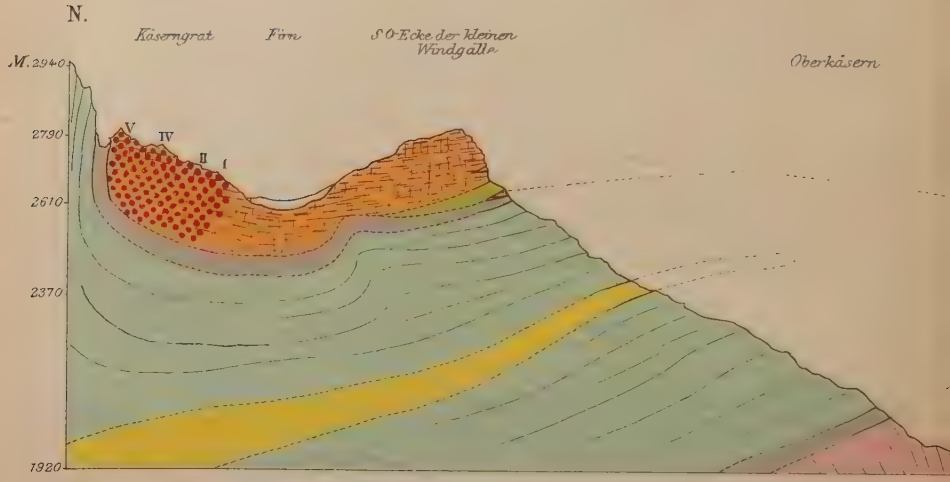
2) Es ist eine ursprüngliche Verbindung des Porphyrs nach Süden mit Graniten der Centralzone vorhanden, d. h. der Porphyr ist als eine porphyrische Facies von Granit aufzufassen.

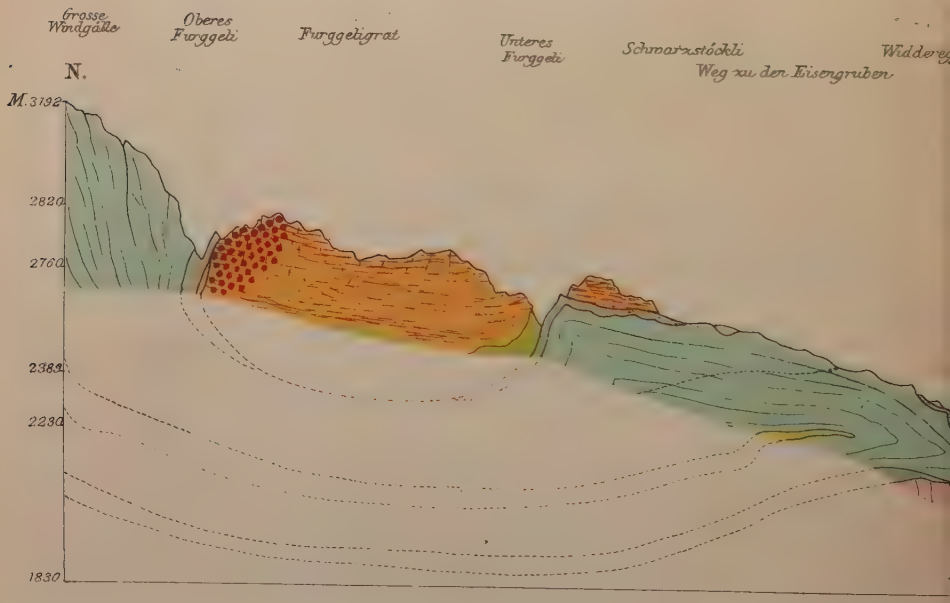
Im folgenden Abschnitt sollen nun porphyrische Gesteine, die nachweislich mit Granit zusammenhängen, beschrieben und mit den einzelnen Varietäten des Windgällenporphyrs verglichen werden.

[1] Vgl. A. Gutzwiller, Die löcherige Nagelfluh. Ihre Beziehungen zu den tertiären und quaternären Ablagerungen. (Bericht der Gewerbeschule zu Basel. 1879—1880.)

[2] Studer, Geologie der Schweiz. II. Bd. p. 387.

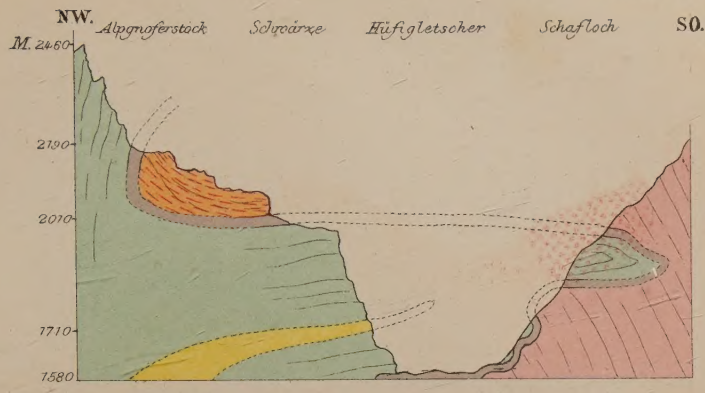
[3] Baltzer, Glärnisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues. p. 51.



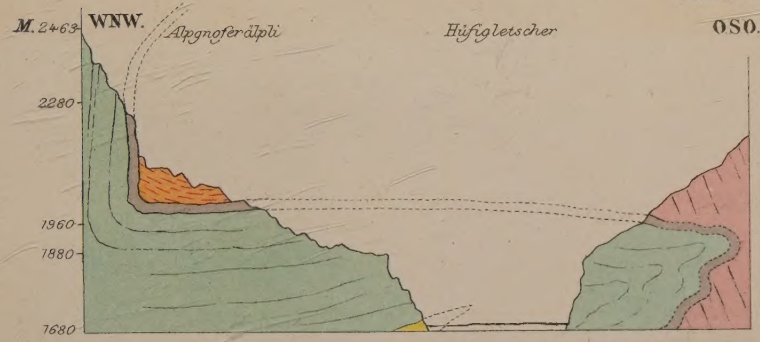


Maafsstab für H

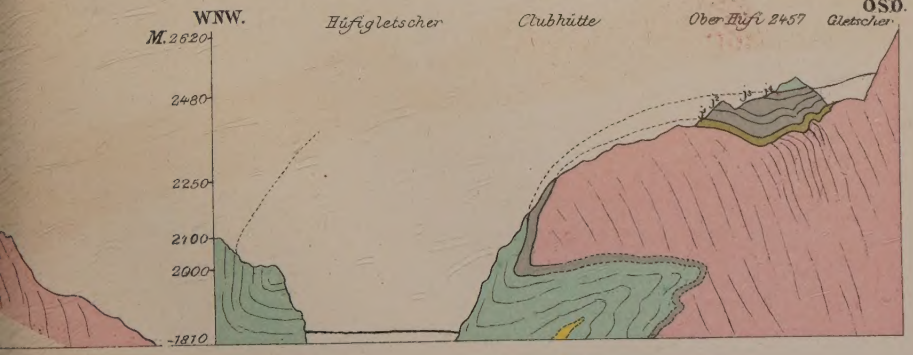
Profil. III.



Profil. IV.



Profil. V.



Längen der Profile

Wurster, Randegger & Cº in Winterthur.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger) in Stuttgart.